

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 077**

51 Int. Cl.:

B29B 11/08 (2006.01)

B29B 11/14 (2006.01)

B29C 45/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2015 PCT/EP2015/056802**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15144915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2015 E 15741858 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3122526**

54 Título: **Preforma moldeada por inyección y su fabricación**

30 Prioridad:

28.03.2014 GB 201405636

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

07.07.2020

73 Titular/es:

**GR8 ENGINEERING LIMITED (100.0%)
Unit 26 St. James Industrial Estate
Chichester, West Sussex PO19 7JU, GB**

72 Inventor/es:

CLARKE, PETER REGINALD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 772 077 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

Preforma moldeada por inyección y su fabricación

5 La presente invención se refiere a una preforma moldeada por inyección y a un método de moldear por inyección una preforma. En particular, la presente invención se refiere al moldeo por inyección de preformas de material termoplástico para posterior formación de recipientes moldeados por soplado.

10 El moldeo por inyección de artículos de materiales plásticos, en particular polímeros termoplásticos, es conocido en la técnica. En particular, el moldeo por inyección de recipientes, y preformas para recipientes, de material plástico es convencional en la técnica.

15 A menudo se desea moldear por inyección recipientes de plástico que tienen un grosor de pared pequeño, por ejemplo, para reducir costos de material. Cuando hay que moldear por inyección un recipiente que tiene una relación L/T alta (donde L es la longitud de flujo del material plástico fundido desde la entrada de inyección y T es el grosor de pared), se necesita una presión alta de inyección en la entrada de inyección para asegurar que la cavidad de molde se llene con el material plástico fundido. La entrada de inyección sirve para restringir el flujo de material, a su través, y la sección de pared directamente opuesta a la entrada de inyección también restringe el flujo de material a la cavidad.

20 El acercamiento convencional para intentar reducir la presión alta de inyección en la entrada de inyección es inyectar el material plástico fundido a una velocidad de inyección más rápida, y elevar la temperatura de fusión para bajar la viscosidad de la masa fundida, para permitir que el molde se llene del material plástico fundido.

25 También es bien conocido que, con el fin de reducir la presión de llenado, es posible, al diseñar un recipiente, aumentar el grosor de base, en particular en la zona de entrada de inyección. Esta zona de entrada de inyección también es la zona más caliente del moldeo por inyección. Cuando todo el material de la pared lateral tiene que fluir a través de la base, dentro de un intervalo interior definido entre las capas exteriores estáticas del revestimiento colocado debajo durante la primera fase de llenado, el enfriamiento de la base siempre es un problema. Otro problema de tal flujo laminar a través de la base es que los revestimientos se solidifican progresivamente y, por lo tanto, se hacen más gruesos, lo que se estrecha el canal de flujo. Esto produce otra restricción en el flujo de material.

35 Todo esto se añade a la necesidad de hacer fluir el material fundido a la cavidad a una velocidad más rápida, y, para hacerlo, hay que aumentar la presión de llenado. La presión de llenado más alta requerirá, a su vez, una presión de fijación más alta para contrarrestar la fuerza hidráulica en el extremo del núcleo. Deberá ser fácilmente evidente a los lectores expertos por qué las máquinas de moldeo por inyección para la fabricación de envases de plástico tienen que tener velocidades y presiones de inyección muy altas, y platinas muy rígidas, para hacer lo que parece ser un recipiente o preforma simple.

40 El uso de altas presiones de llenado a menudo da lugar a preformas no concéntricas. La presión de llenado es tan alta que flexiona el núcleo fuera de eje, dando lugar a una preforma no concéntrica. La flexión del núcleo es especialmente problemática con preformas de alta relación de aspecto longitud/grosor para formar botellas de alta relación de aspecto que tienen un grosor de pared reducido, y, en consecuencia, son más ligeras de peso, para cualquier volumen dado del recipiente. El estándar industrial para una no concetricidad aceptable es una variación máxima del grosor de pared de 0,1 mm para una preforma de 42 gramos para formar una botella de refresco con gas de 2 litros (CSD). Sin embargo, hay que proporcionar una concetricidad más alta para botellas de alto aspecto para poder lograr ahorros de peso aún más grandes.

50 Las preformas de peso incrementado no solamente incurrir en costos de material más grandes, sino que también, en particular cuando se usan en un proceso de moldeo por soplado con molde de inyección – enfriamiento - recalentamiento, requieren energía térmica adicional para calentar el material termoplástico para la inyección y recalentar el molde de soplado. Existe en la técnica una necesidad general de reducir los costos de energía durante la fabricación de preformas y recipientes.

55 Incluso aunque las altas presiones de llenado pueden ser bastante altas, el caudal de material fundido sólo es típicamente en un estándar industrial de hasta 15 gramos por segundo, por ejemplo, para una preforma de un grosor de pared de 3,25 mm y una longitud de 145 mm. Esto requiere un tiempo de llenado de al menos 2 segundos para llenar una cavidad de preforma de 30 gramos. El tiempo de ciclo total es correspondientemente alto, por ejemplo, 22 segundos para una preforma de 3,25 mm de grosor, que puede reducirse a 14 segundos usando enfriamiento secundario. Las tasas de producción se incrementan generalmente aumentando el número de cavidades de molde en el aparato de moldeo por inyección, por ejemplo, actualmente hasta 216 cavidades, lo que incrementa el costo y la complejidad del aparato de moldeo por inyección. Hay una necesidad general en la técnica de reducir los costos por tiempo de ciclo durante la fabricación de la preforma y del recipiente, sin incrementar el costo y la complejidad del aparato de moldeo por inyección.

Se necesita en la técnica un robusto proceso de moldeo por inyección de costo razonable para formar preformas que supere al menos parcialmente los varios problemas de los procesos conocidos, como se ha explicado anteriormente.

5 En particular, se necesita un proceso de moldeo por inyección, que sea adecuado para producir preformas moldeadas por inyección para recipientes, como botellas u otros recipientes, que posteriormente serán moldeados por soplado a partir de la preforma, que tenga altas relaciones de longitud de flujo: grosor de pared, y/o bajo esfuerzo de material, que pueda ser producido usando máquinas convencionales de moldeo por inyección y, por lo tanto, que pueda estar relacionado con el mínimo de problemas de las prácticas de producción convencionales.

10 La presente invención tiene la finalidad de satisfacer al menos parcialmente estas necesidades de la técnica de fabricación de preformas.

15 US-A-5714111 describe las características de la parte precharacterizante de la reivindicación 1. US-A-4243620 describe las características de la parte precharacterizante de la reivindicación 10.

La presente invención proporciona una preforma termoplástica moldeada por inyección para moldeo por soplado para formar un recipiente, siendo la preforma según la reivindicación 1.

20 La presente invención proporciona además un método de moldear por inyección una preforma termoplástica para moldeo por soplado para formar un recipiente, siendo el método según la reivindicación 8.

El método puede ser usado para moldear por inyección una variedad de preformas para recipientes que pueden ser circulares, pero que opcionalmente tienen una configuración no circular o no redondeada, por ejemplo, rectangular.

25 La presente invención consiste, en un aspecto, en el hallazgo realizado por el autor de la presente invención de que la provisión de una parte central de curvatura sustancialmente plana o poco profunda del extremo del núcleo y una parte de transición incluyendo una parte ahusada radialmente hacia fuera que se aleja de la parte central, estando inclinada la parte ahusada en un ángulo de 1 a 20 grados a un eje longitudinal del núcleo, puede reducir el tiempo de llenado, aumentar la velocidad de flujo y disminuir la no concentricidad en la preforma resultante.

30 La presente invención consiste, en otro aspecto, en el hallazgo realizado por el autor de la presente invención de que la provisión de una parte frustocónica ahusada definida entre paredes frustocónicas exterior e interior, incrementando la parte ahusada de grosor desde la parte central a la parte de cuerpo hueca, donde la pared frustocónica exterior está inclinada en un ángulo de 18 a 24 grados a un eje longitudinal de la preforma y la pared frustocónica interior está inclinada en un ángulo de 12 a menos de 18 grados al eje longitudinal de la preforma, y la pared frustocónica exterior tiene una longitud, medida a lo largo de la pared frustocónica exterior entre la parte de base cerrada inferior y la parte de cuerpo hueca, de 3 a 5 veces el grosor de la pared anular de la parte de cuerpo hueca, puede reducir el tiempo de llenado, aumentar la velocidad de flujo y disminuir la no concentricidad en la preforma resultante. Esta geometría puede proporcionar, cuando se retira un núcleo durante el llenado del molde, una resina fluyente a alta velocidad que aplica una fuerza muy alta circunferencialmente alrededor de la superficie frustocónica de un núcleo que reduce o evita el movimiento fuera de eje del núcleo, y disminuye la no concentricidad en la preforma resultante. La configuración ahusada frustocónica proporciona una alta fuerza en el extremo de núcleo incluso aunque haya presión baja en la compuerta.

45 Durante al menos una parte de la inyección, el material termoplástico fundido fluye a través de un embudo anular sustancialmente cónico que conecta una primera zona de cavidad adyacente a la compuerta con una zona de cavidad de pared lateral. La primera zona de cavidad de longitud grande reduce la presión junto a la compuerta y el embudo produce la aceleración del material fundido de resina a la zona de cavidad de pared lateral. La baja presión de la resina en la compuerta reduce la cristalinidad en la base de grosor bajo solidificada resultante de la preforma, dando lugar a una base de preforma ligera de alta claridad y bajo grosor de pared. La velocidad del material termoplástico fundido inyectado aumenta cuando el material fluye a través del embudo desde la primera zona de cavidad a la zona de cavidad de pared lateral. Durante la inyección, la presión del material termoplástico fundido inyectado es sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del embudo anular sustancialmente cónico, incluso a alta velocidad de la resina.

50 La presión de compuerta puede ser relativamente baja, por ejemplo, de 20.000 a 30.000 kPa, y esta presión está presente en la primera zona de cavidad adyacente a la compuerta, y en el embudo que rodea el extremo libre del núcleo. Sin embargo, como resultado de la anchura progresivamente menor del embudo, y la reducción del área superficial del recorrido de flujo para la resina cuando pasa de la primera zona de cavidad a la zona de formación de pared lateral mediante el embudo, la fuerza hidráulica aplicada a la superficie frustocónica del extremo libre del núcleo puede ser muy alta. Por ejemplo, la fuerza puede ser de 5.000 a 10.000 N, opcionalmente de 5.000 a 9.000 N, más opcionalmente de 5.000 a 8.500 N.

65 Se considera que la alta velocidad de la resina por el extremo libre del núcleo, en particular la parte frustocónica, tiende a reducir la probabilidad de que el núcleo se balancee lateralmente como resultado de las diferencias de

presión lateral fuera de eje. La parte central de la curvatura sustancialmente plana o poco profunda también minimiza cualquier fuerza de empuje fuera de eje en el extremo delantero libre del núcleo. El efecto acumulativo de la parte central y el embudo es evitar cualquier fuerza fuera de eje en el núcleo que de otro modo podría producir cualquier no concetricidad significativa en la preforma, incrementando al mismo tiempo la velocidad de flujo y disminuyendo el tiempo de llenado.

El resultado es que puede lograrse un caudal muy alto de resina, por ejemplo, de hasta 200 gramos por segundo, en comparación con 15 gramos por segundo en el típico moldeo por inyección de preformas. El tiempo de llenado de una preforma típica se puede reducir de forma significativa, en comparación con los tiempos de llenado típicos conocidos, a menos de 2 segundos para una preforma típica de 30 gramos, incluso a sólo 0,2 segundos. El peso de la preforma también se puede reducir de forma significativa para cualquier tamaño de preforma dado para formar un recipiente moldeado por soplado de un tamaño o volumen dados, debido a ahorros de peso de material en la base más fina y la pared lateral de la preforma. Los ahorros de peso no solamente reducen los costos de material, sino que también reducen el consumo de energía térmica durante la fabricación de la preforma, que precisa resina fundida para moldeo por inyección, y durante la fabricación de recipientes moldeando por soplado la preforma a un recipiente, requiriendo el moldeo por soplado que la preforma sea calentada, o recalentada, a la temperatura de moldeo por soplado. Dado también que la preforma es de peso reducido y relación de longitud: grosor (L/T) más alta, el calentamiento o recalentamiento zonal de la preforma a lo largo de su longitud se facilita porque la longitud de la preforma puede incrementarse, y reducirse el grosor de pared, para cualquier tamaño de preforma dado para formar un recipiente moldeado por soplado de un tamaño o volumen dado. El diseño de la base de la preforma, incluyendo la parte central de curvatura sustancialmente plana o poco profunda, y la correspondiente morfología en el núcleo del molde, reduce las fuerzas de empuje en el núcleo que pueden aumentar la concetricidad de la preforma incluso aunque se empleen altas velocidades de la resina. El efecto de embudo incrementa la velocidad de la resina a la pared lateral, permitiendo lograr altas relaciones de L/T con reducido tiempo de llenado y reducido consumo de material de resina, pero logrando una concetricidad muy alta.

A la inversa, cuando el núcleo es movido hacia delante de nuevo a la posición de moldeo final, la parte frustocónica ahusada se define entre paredes frustocónicas exterior e interior, y la parte ahusada aumenta de grosor desde la parte central a la parte de cuerpo hueca. En otros términos, durante la inyección, una parte frustocónica ahusada de grosor decreciente en la dirección de flujo de resina está dispuesta en la cavidad de molde cuando el núcleo es retirado, mientras que, después de la inyección cuando el núcleo está hacia delante, una parte frustocónica ahusada de grosor creciente en la dirección desde la base a la parte de cuerpo de flujo de resina está dispuesta en la preforma. La dirección de ahusamiento se invierte moviendo el núcleo desde la posición retirada a la posición avanzada. Esta inversión de la dirección de ahusamiento proporciona preformas altamente concéntricas de peso bajo con grosor mínimo de pared. El núcleo es movido hacia delante después de que se ha formado al menos una parte de la pared lateral, actuando la resina inyectada en la pared lateral para minimizar o evitar el movimiento fuera de eje del núcleo.

La geometría frustocónica específica, en particular los ángulos y las longitudes de las superficies frustocónicas interior y exterior, tanto de las partes de molde como de la parte inferior correspondiente de la preforma, puede proporcionar en el extremo del núcleo una alta fuerza concéntrica que permite que la parte inferior de la preforma resultante sea moldeada fácilmente por soplado a una botella con una relación de estiramiento radial correcta.

Ahora se describirán realizaciones de la presente invención a modo de ejemplo solamente con referencia al dibujo acompañante, en el que:

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una preforma moldeada por inyección según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal esquemática ampliada de la parte del extremo cerrado, indicado como A, de la preforma moldeada por inyección de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal esquemática de un molde de inyección que tiene un núcleo móvil para uso en un método según una realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de una preforma moldeada por inyección según otra realización de la presente invención.

Y la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de un molde de inyección que tiene un núcleo móvil para uso en un método para hacer la preforma de la figura 4.

Con referencia a las figuras 1 y 2, se representa una preforma termoplástica moldeada por inyección para moldeo por soplado para formar un recipiente, en particular una botella.

La preforma 2 está compuesta de un polímero biaxialmente orientable, típicamente poliéster, tal como tereftalato de polietileno. Típicamente, el tereftalato de polietileno tiene una viscosidad intrínseca de al menos 0,7. Se puede

emplear otros poliésteres, o mezclas de poliésteres, y tales materiales son conocidos para la fabricación de recipientes moldeados por soplado, en particular botellas.

5 La preforma 2 incluye una parte de base cerrada inferior 4, una parte de cuerpo hueca 6, una parte de transición hueca 8 entre la parte de base cerrada inferior 4 y la parte de cuerpo hueca 6, y una parte de extremo superior abierta 10 adyacente a una parte superior 12 de la parte de cuerpo hueca 6.

10 La parte de base cerrada 4 incluye una parte central 14 que se extiende al menos 50% de un radio interno de un extremo inferior 16 de la parte de cuerpo hueca 6. La parte central 14 puede extenderse al menos 70%, por ejemplo, de 75 a 90%, del radio interno del extremo inferior 16 de la parte de cuerpo hueca 6.

15 La parte central 14 es sustancialmente plana o tiene una curvatura interna cóncava o convexa poco profunda. En la realización ilustrada, la parte central 14 tiene una curvatura interna cóncava poco profunda. La parte central 14 tiene forma de cúpula y tiene una curvatura interna cóncava poco profunda 18 con un radio mínimo de curvatura interna de 20 mm. Opcionalmente, el radio de curvatura interna es de 50 a 200 mm, por ejemplo, de 100 a 200 mm. La parte central 14 tiene típicamente un radio sustancialmente constante de curvatura interna.

En una realización alternativa, la parte central es sustancialmente plana.

20 En otra realización alternativa, la parte central tiene forma de cúpula y tiene una curvatura interna convexa poco profunda con un radio mínimo de curvatura interna de 20 mm. Opcionalmente, el radio de curvatura interna es de 50 a 200 mm, por ejemplo, de 100 a 200 mm. De nuevo, la parte central puede tener un radio sustancialmente constante de curvatura interna.

25 En cualquiera de estas realizaciones, un grosor de la parte central 14, excluyendo el grosor de cualquier parte de compuerta axial 20 en una superficie externa 22 de la parte central 14, es de 0,75 a 1,5 mm, opcionalmente de 0,75 a menos de 1 mm. Típicamente, el grosor de la parte central 14, excluyendo el grosor de cualquier parte de compuerta axial 20 en la superficie externa 22 de la parte central 14, es sustancialmente constante.

30 La parte de transición 8 incluye una parte ahusada hacia arriba y radialmente hacia fuera 24 que se aleja de la parte central 14 para conectar con la parte de cuerpo hueca 6. La parte ahusada 24 está inclinada un ángulo de 1 a 20 grados, típicamente de 10 a 20 grados, a un eje longitudinal L de la preforma 2. La parte ahusada 24 aumenta de grosor desde la parte central 14 a la parte de cuerpo hueca 6. La parte ahusada 24 tiene típicamente una longitud de al menos 5 mm, opcionalmente de 5 a 15 mm. La parte ahusada 24 aumenta de grosor al menos 25%,
35 opcionalmente de 25% a 75%, desde un extremo inferior 26 adyacente a la parte central 14 a un extremo superior 28 adyacente a la parte de cuerpo hueca 6.

40 La parte ahusada 24 es sustancialmente frustocónica. La parte ahusada 24 tiene típicamente una longitud de pared que es de 3 a 10% de la longitud total de la preforma 2. La parte ahusada 24 puede tener un grosor de pared de menos de 1,5 mm, opcionalmente de 0,75 a menos de 1,5 mm.

45 Típicamente, al menos 75% de la longitud total de la parte de cuerpo 6, la parte de transición 8 y la parte de base 4 tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm. Típicamente, al menos 90%, opcionalmente al menos 95%, de la longitud total de la parte de cuerpo 6, la parte de transición 8 y la parte de base 4 tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm. Típicamente, la parte de cuerpo 6 tiene una variación máxima de grosor de pared de 5%, opcionalmente 2,5%, del grosor de pared medio de la parte de cuerpo 6.

50 En la realización ilustrada, una mayor parte de la longitud de la parte de cuerpo 6 es sustancialmente tubular. La superficie externa 29 de la parte de cuerpo 6 se ahúsa radialmente hacia fuera en un ángulo de 1 grado o menos en una dirección desde la parte de transición 8 a la parte de extremo superior abierta 10. La sección transversal de la parte de cuerpo 6 es sustancialmente cilíndrica, sustancialmente elíptica o sustancialmente poligonal a lo largo de al menos 50%, opcionalmente al menos 90%, de la longitud de la parte de cuerpo 6. Preferiblemente, una sección de pared 30 de la parte de cuerpo 6 tiene una relación de longitud:grosor de al menos 75:1, opcionalmente de 75:1 a
55 150:1 para permitir la fabricación de un recipiente moldeado por soplado que tiene una relación L/T de al menos 75:1, opcionalmente de 75:1 a 150:1.

60 En la realización ilustrada, la parte de extremo superior abierta 10 incluye un acabado de cuello 32 y una zona ahusada interna 34 que conecta la parte de cuerpo 6 al acabado de cuello 32.

En la realización ilustrada, la superficie externa 36 de la parte de base cerrada 4 de la preforma 2 está dimensionada de manera que sea incapaz de montarse con bloqueo en la parte de extremo abierta 10 de una preforma idéntica 2. Tales preformas sin bloqueo son adecuadas para moldeo por soplado para formar botellas.

65 La preforma 2 puede estar conformada y dimensionada para formar una botella, teniendo la parte de cuerpo 6 alguna de las dimensiones siguientes: (i) una longitud de 50 mm a 65 mm y una variación máxima de grosor de

pared de menos de 0,04 mm; (ii) una longitud de 65 mm a 85 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,05 mm; (iii) una longitud de 85 mm a 100 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,06 mm; (iv) una longitud de 100 mm a 120 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,07 mm; (v) una longitud de 120 mm a 140 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,08 mm; (vi) una longitud de 140 mm a 160 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,1 mm; (vii) una longitud de 160 mm a 180 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,12 mm; (viii) una longitud de 180 mm a 200 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,15 mm; (ix) una longitud de 200 mm a 250 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,2 mm; (x) una longitud de 250 mm a 300 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,3 mm; (xi) una longitud de 300 mm a 400 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,4 mm; o (xii) una longitud de 400 mm a 500 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,5 mm.

Con referencia a la figura 3, se representa un método de moldear por inyección la preforma termoplástica 2 para moldear por soplado para formar un recipiente, en particular, una botella.

En el método, se facilita un molde de inyección 50 que define una cavidad de molde 52 para moldear una preforma 2, tal como la preforma 2 de la figura 1. Como se ha descrito anteriormente, la preforma 2 incluye una parte de base cerrada inferior 4, una parte de cuerpo hueca 6, una parte de transición hueca 8 entre la parte de base cerrada inferior 4 y la parte de cuerpo hueca 6, y una parte de extremo superior abierta 10 adyacente a una parte superior 12 de la parte de cuerpo hueca 6. El molde de inyección 50 incluye una primera parte de molde 54 que define la superficie exterior 56 de la cavidad de molde 52 y una segunda parte de molde 58 en forma de un núcleo alargado móvil 60 que define la superficie interior 63 de la cavidad de molde 52. El molde 50 está provisto de una entrada de inyección en forma de una compuerta 64 que no tiene una válvula.

Múltiples hendiduras de cuello 80 están dispuestas en el extremo 82 de la cavidad 52 lejos de la boquilla de alimentación 84 saliendo en la compuerta 64. Las hendiduras de cuello 80 están conformadas para moldear la forma exterior de un extremo de la preforma 2 a moldear por inyección, en esta realización el acabado de cuello 32 de la preforma 2 para posterior moldeo por soplado para formar una botella. Las hendiduras de cuello 80 también soportan la preforma moldeada por inyección 2 cuando es sacada de la cavidad 52 después de que el material moldeado por inyección ha solidificado.

Un soporte de núcleo 86 está adyacente a la pluralidad de hendiduras de cuello 80 y tiene un agujero central 88 en el que el núcleo 60 es recibido deslizantemente. El núcleo 60 puede trasladarse en una dirección longitudinal coaxial con el eje de la cavidad 52 y con la boquilla de alimentación 84. Consiguientemente, el núcleo 60 puede deslizarse selectivamente en el soporte de núcleo 86 hacia delante en una dirección a la cavidad 52 hacia la boquilla de alimentación 84 o hacia atrás en una dirección fuera de la cavidad 52 lejos de la boquilla de alimentación 84. Tal movimiento hacia delante y hacia atrás puede variar la distancia del extremo delantero libre 66 del núcleo 60 de la boquilla de alimentación 84. El núcleo 60 y las hendiduras de cuello 80 están axialmente centradas con respecto al eje de la cavidad 52.

Un accionador de presión 90, ilustrado de forma totalmente esquemática en la figura 2, empuja el núcleo 60. El accionador de presión 90 puede ser controlado neumáticamente, por ejemplo, siendo el fluido neumático aire comprimido, o puede ser controlado hidráulicamente. Típicamente, la presión máxima aplicada del accionador de presión 90 es menos de 20 bares neumáticamente; sin embargo, para grandes moldes de cavitación se usarían accionadores hidráulicos a presiones de hasta 225 bares.

El accionador de presión 90 puede ser presurizado selectivamente para empujar el núcleo 60 a una posición avanzada como se representa en la figura 2. La posición avanzada puede ser definida por un tope mecánico o por enclavamiento de las dos partes de molde compuestas de la parte de molde fija 54 y el núcleo móvil 60.

Si el accionador de presión 90 no es accionado, o solamente es accionado a una presión baja inferior a la presión de inyección en la boquilla de alimentación 84, la presión de inyección del material de resina fundida de inyección a través de la compuerta 64 puede empujar el núcleo 60 hacia atrás a la posición hacia atrás como se representa en la figura 2. La posición hacia atrás puede ser definida por un tope mecánico.

Las partes de molde primera y segunda 54, 58 están dispuestas en una configuración completamente cerrada con el fin de definir la cavidad de molde 52 entremedio para moldear la preforma 2. En la configuración completamente cerrada, la superficie exterior 56 de la cavidad define la forma exterior de la preforma 2 a moldear en la cavidad de molde 52.

El núcleo móvil 60 está dispuesto en una posición preliminar avanzada. Esto sitúa temporalmente el núcleo 60 hacia la parte central 62 de la superficie exterior 56 de la cavidad de molde 52, sustancialmente en, o cerca de, la posición de moldeo final del núcleo 60.

Antes, o en la fase inicial, del ciclo de moldeo por inyección, la presión del accionador es baja o está apagada.

Entonces se inyecta material termoplástico fundido a la cavidad de molde 52 a través de la compuerta sin válvula 64 opuesta al extremo delantero libre 66 del núcleo 60.

En consecuencia, el núcleo 60 puede ser empujado por la presión de inyección en una dirección de alejamiento de la compuerta 64 que hace que el núcleo 60 retroceda suavemente contra la presión de inyección. Esto mueve el núcleo 60 a la posición representada con líneas de trazos en la figura 2. Esto incrementa el grosor T de la parte de la cavidad 52 adyacente a la compuerta 64 la distancia x. La longitud de la preforma que tiene el grosor de pared final relativamente pequeño deseado se reduce correspondientemente desde la distancia x^1 a x^2 , como también se representa en la figura 2. Consiguientemente, la relación L/T se reduce de forma significativa, para mantener por ello la presión de inyección dentro de la cavidad 52, en particular cerca de la compuerta 64, a un valor bajo o mínimo.

El extremo delantero libre 66 del núcleo 60 tiene una parte central 68, que se extiende sobre al menos 50% de un radio externo del extremo delantero libre 66. La parte central 68 es sustancialmente plana o tiene una curvatura externa convexa o cóncava poco profunda, y está conformada para moldear la superficie interna de la parte de extremo cerrado 4 de la preforma 2, como se representa en la figura 1. El extremo delantero libre 66 del núcleo 60 también tiene una parte de transición 70 incluyendo una parte ahusada frustocónicamente radialmente hacia fuera 72 que se aleja de la parte central 68 para conectar con una parte de cuerpo alargada 73 del núcleo 60. La parte ahusada 72 está inclinada un ángulo de 1 a 20 grados a un eje longitudinal del núcleo 60. La parte ahusada 72 está conformada para moldear la superficie interna de la parte de transición 8 de la preforma 2, como se representa en la figura 1. La primera parte de molde 54 incluye una pared ahusada frustocónicamente radialmente hacia fuera 98 que se aleja de la parte central 62 para conectar con una pared alargada 96.

El núcleo 60 es movido hacia atrás durante la inyección, en otros términos, lejos de la parte central 62 de la superficie exterior 56 de la cavidad de molde 52 y lejos de la compuerta 64. Este movimiento hacia atrás incrementa el volumen de la cavidad de molde 52 en la configuración completamente cerrada y reduce la relación de longitud de flujo/grosor de la parte de la cavidad 52 adyacente a la compuerta 64.

Por lo tanto, la primera parte de molde 54 y el extremo delantero libre 66 del núcleo 60 forman entremedio, durante al menos una parte de la inyección, un embudo anular sustancialmente cónico 74 que conecta una primera zona de cavidad 76 adyacente a la compuerta 64 con una zona de cavidad de pared lateral 78. El material termoplástico fundido fluye a través del embudo 74 a la zona de cavidad de pared lateral 78. La velocidad del material termoplástico fundido inyectado aumenta cuando el material fluye a través del embudo 74 desde la primera zona de cavidad 76 a la zona de cavidad de pared lateral 78. Durante la inyección, la presión del material termoplástico fundido inyectado es sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del embudo anular sustancialmente cónico 74. La parte central de curvatura sustancialmente plana o poco profunda minimiza cualquier fuerza de empuje fuera de eje en el extremo delantero libre 66 del núcleo 60. El efecto acumulativo de la parte central y el embudo es evitar cualquier fuerza fuera de eje en el núcleo que de otro modo podría ocasionar alguna no concentricidad significativa en la preforma 2.

Después o durante el llenado del molde, el accionador de presión 90 empuja el núcleo 60 hacia delante en una dirección a la cavidad 52 hacia la compuerta 64, con sujeción a que la presión hacia delante aplicada al núcleo 60 supere cualquier presión de inyección inversa que todavía haya en la cavidad 52. El núcleo 60 es devuelto a la posición original avanzada que define la forma y las dimensiones finales del recipiente, expulsando por ello cualquier material excedente a través de la compuerta 64.

Consiguientemente, el núcleo 60 es movido hacia delante después de que al menos una proporción del material termoplástico ha sido inyectada a la cavidad de molde 52 para disponer el núcleo 60 en una posición avanzada de moldeo final en la que la cavidad de molde 52 define la forma y las dimensiones finales de la preforma termoplástica 2. Durante el movimiento hacia delante del núcleo, la presión del material termoplástico fundido inyectado es sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del embudo anular sustancialmente cónico 74.

La cavidad de molde 52 se llena con el material termoplástico fundido. Después de llenar la cavidad de molde 52, durante el retorno del núcleo 60 desde la posición hacia atrás a la posición avanzada, el material fundido excedente puede ser expulsado a través de la compuerta 64 contra una presión de fase de mantenimiento que es menos de la presión de inyección. La presión de fase de mantenimiento es aplicada al material inyectado por un aparato de inyección, seleccionándose la presión de fase de mantenimiento para acomodar el encogimiento del material inyectado dentro del molde durante el enfriamiento. Después de que el material inyectado ha solidificado, la presión externa aplicada se reduce durante el enfriamiento del material inyectado. La reducción de la presión externa aplicada puede ser disparada al inicio de la fase de enfriamiento, o después de un corto retardo para que la presión de inyección pueda disminuir.

Durante al menos una parte del paso de inyección, o durante todo el paso de inyección, el material termoplástico fundido es inyectado a la cavidad de molde 52 a través de la compuerta 64 a un caudal de 20 a 200 gramos por segundo, opcionalmente de 40 a 200 gramos por segundo, más opcionalmente de 40 a 100 gramos por segundo o 100 a 200 gramos por segundo. El paso de inyección se lleva a cabo típicamente en un período de menos de 2

segundos, opcionalmente menos de 1 segundo, más opcionalmente menos de 0,5 segundos, más opcionalmente menos de 0,2 segundos, más opcionalmente de 0,075 a 0,125 segundos.

5 Típicamente, el paso de inyección, el movimiento hacia atrás del núcleo para formar el embudo y el posterior movimiento hacia delante del núcleo a la posición avanzada de moldeo final se realizan en un período de tiempo total de menos de 10 segundos, opcionalmente menos de 8 segundos, opcionalmente de 3 a menos de 6 segundos.

10 El núcleo 60 es empujado a la posición avanzada por una presión externa aplicada, que es aplicada por un accionador, y movido a la posición hacia atrás por la presión del material fundido de inyección. La presión del accionador es menos de 20 bares, cuando es aplicada por aire comprimido o 225 bares para un fluido hidráulico. Típicamente, una relación de área entre el área de accionador y el área del núcleo es menos de 20:1 para accionamiento neumático.

15 Después de llenar sustancialmente el molde, la superficie de molde es restablecida a su posición original. No hay aumento del peso del componente o del tiempo de enfriamiento. El material excedente es empujado de nuevo a través de la entrada de inyección abierta contra la baja presión de fase de mantenimiento.

20 Preferiblemente, la al menos única parte móvil es empujada a la posición avanzada por una presión externa aplicada, que es aplicada por un accionador, y movida a la posición hacia atrás por presión del material fundido de inyección. La presión del accionador puede ser menos de 20 bares, y típicamente es aplicada por aire comprimido al usar una relación de área de 20:1, donde 20 es el área del accionador y 1 es el área proyectada del núcleo móvil. Será fácilmente evidente a los expertos en la técnica que se podría usar accionadores más pequeños con presiones más altas, tal como las usadas con sistemas de accionamiento hidráulico, es decir, 140 bares. Puede proporcionarse un solo accionador para múltiples cavidades de molde.

25 Preferiblemente, después de que el material inyectado ha sido solidificado, la presión externa aplicada se reduce durante el enfriamiento del material inyectado. Esto puede dispararse al inicio de la fase de enfriamiento o después de un corto retardo para que la presión pueda disminuir. Esto proporciona la ventaja de que la presión de la cavidad se reduce antes de abrir el molde. Esto reduce el tiempo de enfriamiento requerido antes de abrir el molde.

30 Consiguientemente, la presente invención proporciona un método que cambia activamente la relación L/T durante la inyección permitiendo que el núcleo retroceda, antes o durante la inyección, para disminuir efectivamente la relación L/T. Después de fase de llenado y mantenimiento, aplicada al material dentro del molde, el núcleo se resetea. Esto reduce sustancialmente la fuerza requerida puesto que no hay contrapresión de llenado de la máquina de moldeo porque el material ya ha llenado completamente la cavidad y cualquier encogimiento ha sido sustancialmente acomodado por la fase de mantenimiento.

35 Opcionalmente, el recipiente tiene una relación L/T de 50:1 o más, donde L es la longitud de flujo del material plástico fundido de la entrada de inyección y T es el grosor de pared.

40 El método de esta invención emplea un molde en una máquina de moldeo por inyección en el que la presión de llenado del material inyectado a moldear es controlada alejando un núcleo, o una parte de un núcleo, de la entrada de inyección. Este movimiento de una parte de molde puede variar el volumen de la parte de base de la cavidad de molde, y aumentar el grosor de base opuesto a la entrada de inyección y así reduce la relación L/T, y por ello reducir la presión de llenado del material inyectado.

45 La figura 4 es una vista en sección transversal esquemática de una preforma moldeada por inyección según otra realización de la presente invención y la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de un molde de inyección que tiene un núcleo móvil para uso en un método para hacer la preforma de la figura 4.

50 Con referencia a la figura 4, se representa una preforma termoplástica moldeada por inyección 102 para moldeo por soplado para formar un recipiente, en particular una botella.

55 La preforma 102 está compuesta de un polímero biaxialmente orientable, típicamente poliéster, tal como tereftalato de polietileno. Típicamente, el tereftalato de polietileno tiene una viscosidad intrínseca de al menos 0,7. Se puede emplear otros poliésteres, o mezclas de poliésteres, y tales materiales son conocidos para la fabricación de recipientes moldeados por soplado, en particular botellas.

60 La preforma 102 incluye una parte de base cerrada inferior 104, una parte de cuerpo hueca 106 que tiene una pared anular 107, una parte de transición hueca 108 entre la parte de base cerrada inferior 104 y la parte de cuerpo hueca 106, y una parte de extremo superior abierta 110 adyacente a una parte superior 112 de la parte de cuerpo hueca 6.

65 La parte de base cerrada 104 incluye una parte central 114 que se extiende sobre al menos 50% de un radio interno de un extremo inferior 116 de la parte de cuerpo hueca 106. La parte central 114 puede extenderse sobre al menos 70%, por ejemplo, de 75 a 90%, del radio interno del extremo inferior 116 de la parte de cuerpo hueca 106.

5 La parte central 114 es sustancialmente plana o tiene una curvatura interna cóncava o convexa poco profunda. En la realización ilustrada, la parte central 114 tiene una curvatura interna cóncava poco profunda. La parte central 114 tiene forma de cúpula y tiene una curvatura interna cóncava poco profunda 118 con un radio mínimo de curvatura interna de 20 mm. Opcionalmente, el radio de curvatura interna es de 50 a 200 mm, por ejemplo, de 100 a 200 mm. La parte central 114 tiene típicamente un radio sustancialmente constante de curvatura interna.

En una realización alternativa, la parte central 114 es sustancialmente plana.

10 En otra realización alternativa, la parte central 114 tiene forma de cúpula y tiene una curvatura interna convexa poco profunda con un radio mínimo de curvatura interna de 20 mm. Opcionalmente, el radio de curvatura interna es de 50 a 200 mm, por ejemplo, de 100 a 200 mm. De nuevo, la parte central 114 puede tener un radio sustancialmente constante de curvatura interna.

15 En cualquiera de estas realizaciones, un grosor de la parte central 114, excluyendo el grosor de cualquier parte de compuerta axial 120 en una superficie externa 122 de la parte central 114, es de 0,75 a 1,5 mm, opcionalmente de 1 a 1,25 mm. Típicamente, el grosor de la parte central 114, excluyendo el grosor de cualquier parte de compuerta axial 120 en la superficie externa 122 de la parte central 114, es sustancialmente constante.

20 La parte de transición 108 incluye una parte ahusada hacia arriba y radialmente hacia fuera 124 que se aleja de la parte central 114 para conectar con la parte de cuerpo hueca 106. La parte ahusada 108 es frustocónica y está definida entre las paredes frustocónicas exterior e interior 109, 111. La parte ahusada 108 aumenta de grosor desde la parte central 114 a la parte de cuerpo hueca 106. La pared frustocónica exterior 109 está inclinada un ángulo de 18 a 24 grados al eje longitudinal L de la preforma 102 y la pared frustocónica interior 111 está inclinada un ángulo de 12 a menos de 18 grados al eje longitudinal de la preforma 102. Preferiblemente, la pared frustocónica exterior 109 está inclinada un ángulo de 19 a 22 grados al eje longitudinal de la preforma 102 y la pared frustocónica interior 111 está inclinada un ángulo de 14 a 17 grados al eje longitudinal de la preforma 102. Típicamente, la pared frustocónica exterior 109 está inclinada un ángulo de 19,5 a 20,5 grados al eje longitudinal de la preforma 102 y la pared frustocónica interior 111 está inclinada en un ángulo de 15 a 16 grados al eje longitudinal de la preforma 102.

30 La pared frustocónica exterior 109 tiene una longitud, medida a lo largo de la pared frustocónica exterior 109 entre la parte de base cerrada inferior 104 y la parte de cuerpo hueca 106, de 3 a 5 veces, preferiblemente de 3,5 a 4,5 veces, el grosor de la pared anular 107 de la parte de cuerpo hueca 106. La parte ahusada 124 tiene típicamente una longitud de al menos 5 mm, opcionalmente de 5 a 15 mm, más opcionalmente de 5 a 8 mm. La parte ahusada 124 aumenta de grosor al menos 10%, opcionalmente de 12% a 18%, desde un extremo inferior 126 adyacente a la parte central 114 (grosor a en la figura 4) a un extremo superior 128 adyacente a la parte de cuerpo hueca 106 (grosor b en la figura 4).

40 El grosor de la parte ahusada 124, medido en su extremo superior 128 adyacente a la parte de cuerpo hueca 106 (grosor b en la figura 4), es menos del grosor de la parte de cuerpo hueca 106 (grosor c en la figura 4). Típicamente, el grosor de la parte ahusada 124, medido en el extremo superior 128, es al menos 0,1 mm, opcionalmente de 0,1 a 0,2 mm, menos del grosor de la parte de cuerpo hueca 106. Típicamente, el grosor de la parte ahusada 124, medido en su extremo inferior 126 adyacente a la parte central 114, es al menos 0,2 mm, opcionalmente de 0,2 a 0,35 mm, más opcionalmente de 0,25 a 0,3 mm, menos del grosor de la parte de cuerpo hueca 106. La parte ahusada 124 puede tener un grosor de pared de 1 a menos de 1,5 mm.

45 Típicamente, al menos 75% de la longitud total de la parte de cuerpo 106, la parte de transición 108 y la parte de base 104 tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm. Típicamente, al menos 90%, opcionalmente al menos 95%, de la longitud total de la parte de cuerpo 106, la parte de transición 108 y la parte de base 104 tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm. Típicamente, la parte de cuerpo 106 tiene una variación máxima de grosor de pared de 5%, opcionalmente 2,5%, del grosor de pared medio de la parte de cuerpo 106.

55 En la realización ilustrada, una mayor parte de la longitud de la parte de cuerpo 106 es sustancialmente tubular. La superficie externa 129 de la parte de cuerpo 106 se ahúsa típicamente radialmente hacia fuera en un ángulo de 1 grado o menos en una dirección desde la parte de transición 108 a la parte de extremo superior abierta 110. La sección transversal de la parte de cuerpo 106 es sustancialmente cilíndrica, sustancialmente elíptica o sustancialmente poligonal a lo largo de al menos 50%, opcionalmente al menos 90%, de la longitud de la parte de cuerpo 106. Preferiblemente, una sección de pared 130 de la parte de cuerpo 106 tiene una relación de longitud:grosor de al menos 75:1, opcionalmente de 75:1 a 150:1 para poder fabricar un recipiente moldeado por soplado que tiene una relación L/T de al menos 75:1, opcionalmente de 75:1 a 150:1.

60 En la realización ilustrada, la parte de extremo superior abierta 110 incluye un acabado de cuello 132 y una zona ahusada interna 134 que conecta la parte de cuerpo 106 al acabado de cuello 132.

65

En la realización ilustrada, la superficie externa 136 de la parte de base cerrada 104 de la preforma 102 está dimensionada de manera que sea incapaz de montarse con bloqueo en la parte de extremo abierta 110 de una preforma idéntica 102. Tales preformas sin bloqueo son adecuadas para moldeo por soplado para formar botellas.

5 La preforma 102 puede estar conformada y dimensionada para formar una botella, teniendo la parte de cuerpo 6 cualquiera de las dimensiones siguientes: (i) una longitud de 50 mm a 65 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,04 mm; (ii) una longitud de 65 mm a 85 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,05 mm; (iii) una longitud de 85 mm a 100 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,06 mm; (iv) una longitud de 100 mm a 120 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,07 mm; 10 (v) una longitud de 120 mm a 140 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,08 mm; (vi) una longitud de 140 mm a 160 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,1 mm; (vii) una longitud de 160 mm a 180 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,12 mm; (viii) una longitud de 180 mm a 200 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,15 mm; (ix) una longitud de 200 mm a 250 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,2 mm; (x) una longitud de 250 mm a 300 mm y una 15 variación máxima de grosor de pared de menos de 0,3 mm; (xi) una longitud de 300 mm a 400 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,4 mm; o (xii) una longitud de 400 mm a 500 mm y una variación máxima de grosor de pared de menos de 0,5 mm.

20 Con referencia a la figura 5, se representa un método de moldear por inyección la preforma termoplástica 102 para moldeo por soplado para formar un recipiente, en particular una botella.

En el método, se facilita un molde de inyección 150 que define una cavidad de molde 152 para moldear una preforma 102, tal como la preforma 102 de la figura 4. Como se ha descrito anteriormente, la preforma 102 incluye una parte de base cerrada inferior 104, una parte de cuerpo hueca 106 que tiene una pared anular 107, una parte de 25 transición hueca 108 entre la parte de base cerrada inferior 104 y la parte de cuerpo hueca 106, y una parte de extremo superior abierta 110 adyacente a una parte superior 112 de la parte de cuerpo hueca 106. El molde de inyección 150 incluye una primera parte de molde 154 que define la superficie exterior 156 de la cavidad de molde 152 y una segunda parte de molde 158 en forma de un núcleo alargado móvil 160 que define la superficie interior 163 de la cavidad de molde 152. El molde 150 está provisto de una boquilla de alimentación y entrada de inyección 30 184 en forma de una compuerta 164 que no tiene válvula. La primera parte de molde 154 tiene un extremo 155, incluyendo la compuerta 164, para formar la parte de base 104, una parte frustocónica 157 para formar la parte de transición 108 y una parte alargada 159 para formar la parte de cuerpo 106.

Múltiples hendiduras de cuello 180 descritas en la figura 3 están dispuestas en el extremo de la cavidad 152 alejado 35 de la boquilla de alimentación 184 saliendo en la compuerta 164. Las hendiduras de cuello están conformadas para moldear la forma exterior de un extremo de la preforma 102 a moldear por inyección, en esta realización, el acabado de cuello 132 de la preforma 102 para posterior moldeo por soplado para formar una botella. Las hendiduras de cuello también soportan la preforma moldeada por inyección 102 cuando se saca de la cavidad 152 después de que el material moldeado por inyección ha solidificado.

40 Un soporte de núcleo 186 descrito en la figura 3 está adyacente a la pluralidad de hendiduras de cuello y tiene un agujero central 187 en el que el núcleo 160 es recibido deslizantemente. El núcleo 160 puede ser trasladado en una dirección longitudinal coaxial con el eje de la cavidad 152 y con la boquilla de alimentación 184. Consiguientemente, el núcleo 160 puede deslizarse selectivamente en el soporte de núcleo hacia delante en una dirección a la cavidad 45 152 hacia la boquilla de alimentación 184 o hacia atrás en una dirección fuera de la cavidad 152 lejos de la boquilla de alimentación 184. Tal movimiento hacia delante y hacia atrás puede variar la distancia del extremo delantero libre 166 del núcleo 160 de la boquilla de alimentación 184. El núcleo 160 y las hendiduras de cuello 180 están axialmente centrados con respecto al eje de la cavidad 152.

50 Un accionador de presión 190 como el descrito en la figura 3 empuja el núcleo 160. El accionador de presión 190 puede ser controlado neumáticamente, por ejemplo, siendo el fluido neumático aire comprimido, o puede ser controlado hidráulicamente. Típicamente, la presión máxima aplicada del accionador de presión 190 es menos de 20 bares neumáticamente; sin embargo, para grandes moldes de cavitación se utilizarían accionadores hidráulicos a presiones de hasta 225 bares.

55 El accionador de presión 190 puede ser presurizado selectivamente para empujar el núcleo 160 a una posición avanzada desde la posición hacia atrás representada en la figura 5. La posición avanzada puede ser definida por un tope mecánico o por enclavamiento de las dos partes de molde compuestas de la parte de molde fija 154 y el núcleo móvil 160.

60 Si el accionador de presión 190 no es accionado, o solamente es accionado a una presión baja inferior a la presión de inyección en la boquilla de alimentación 184, la presión de inyección del material fundido de resina a inyectar a través de la compuerta 164 puede empujar el núcleo 160 hacia atrás a la posición hacia atrás como se representa en la figura 5. La posición hacia atrás puede ser definida por un tope mecánico.

65

Las partes de molde primera y segunda 154, 158 están dispuestas en una configuración completamente cerrada con el fin de definir la cavidad de molde 152 entremedio para moldear la preforma 102. En la configuración completamente cerrada, la superficie exterior 156 de la cavidad define la forma exterior de la preforma 102 a moldear en la cavidad de molde 152.

5 El núcleo móvil 160 está dispuesto en una posición preliminar avanzada. Esto sitúa temporalmente el núcleo 160 hacia la parte central 162 de la superficie exterior 156 de la cavidad de molde 152, sustancialmente en, o cerca de, la posición de moldeo final del núcleo 160.

10 Antes, o en la fase inicial, del ciclo de moldeo por inyección, la presión del accionador es baja o está apagada.

Entonces, el material termoplástico fundido es inyectado a la cavidad de molde 152 a través de la compuerta sin válvula 164 opuesta al extremo delantero libre 166 del núcleo 160.

15 En consecuencia, el núcleo 160 puede ser empujado por la presión de inyección en una dirección de alejamiento de la compuerta 164 que hace que el núcleo 160 vuelva suavemente contra la presión de inyección. Esto mueve el núcleo 160 a la posición representada en la figura 5. Esto incrementa el grosor T de la parte 199 de la cavidad 152 adyacente a la compuerta 164 la distancia x. La longitud de la preforma que tiene el grosor de pared final relativamente pequeño deseado se reduce correspondientemente. Consiguientemente, la relación L/T se reduce de forma significativa, para mantener por ello la presión de inyección dentro de la cavidad 152, en particular cerca de la compuerta 164, a un valor bajo o mínimo.

20 El extremo delantero libre 166 del núcleo 160 tiene una parte central 168, que se extiende al menos 50%, opcionalmente al menos 70%, más opcionalmente de 75 a 90%, de un radio externo del extremo delantero libre 166. La parte central 168 es sustancialmente plana o tiene una curvatura externa convexa o cóncava poco profunda, y está conformada para moldear la superficie interna de la parte de extremo cerrado 104 de la preforma 102, como se representa en la figura 4. La parte central 168 tiene forma de cúpula y tiene una curvatura externa convexa poco profunda, típicamente un radio sustancialmente constante de curvatura externa, con un radio mínimo de curvatura externa de 20 mm, siendo opcionalmente el radio de curvatura externa de 50 a 200 mm, opcionalmente de 100 a 200 mm.

25 El extremo delantero libre 166 del núcleo 160 también tiene una parte de transición 170 incluyendo una parte frustocónica ahusada radialmente hacia fuera 172 que se aleja de la parte central 168 para conectar con una parte de cuerpo alargada 173 del núcleo 160. La parte de ahusamiento 172 está conformada para moldear la superficie interna de la parte de transición 108 de la preforma 102, como se representa en la figura 4. La parte de ahusamiento 172 del núcleo 160 y la parte frustocónica 157 de la primera parte de molde 154 definen en la preforma 102 la parte de transición 108 que incluye una parte ahusada hacia arriba y radialmente hacia fuera 124 que se aleja de la parte central 114 para conectar con la parte de cuerpo hueca 108, siendo frustocónica la parte ahusada 124 y aumentando de grosor desde la parte central 114 a la parte de cuerpo hueca 108.

30 Preferiblemente, la parte frustocónica 157 de la primera parte de molde 154 está inclinada un ángulo de 18 a 24 grados al eje longitudinal de la primera parte de molde 154 y la parte frustocónica ahusada 172 del núcleo 160 está inclinada un ángulo de 12 a menos de 18 grados al eje longitudinal del núcleo 160. Más preferiblemente, la parte frustocónica 157 de la primera parte de molde 154 está inclinada en un ángulo de 19 a 22 grados al eje longitudinal de la primera parte de molde 154 y la parte frustocónica ahusada 172 del núcleo 160 está inclinada un ángulo de 14 a 17 grados al eje longitudinal del núcleo 160. Típicamente, la parte frustocónica 157 de la primera parte de molde 154 está inclinada un ángulo de 19,5 a 20,5 grados al eje longitudinal de la primera parte de molde 154 y la parte frustocónica ahusada 172 del núcleo 160 está inclinada un ángulo de 15 a 16 grados al eje longitudinal del núcleo 160.

35 Preferiblemente, la parte frustocónica 157 de la primera parte de molde 154 tiene una longitud, medida a lo largo de la parte frustocónica 157 entre el extremo cerrado 155 y la parte alargada 159, de 3 a 5 veces, opcionalmente de 3,5 a 4,5 veces, el grosor de la pared anular 107 de la parte de cuerpo hueca 108.

40 El núcleo 160 es movido hacia atrás durante la inyección, en otros términos, alejado de la parte central 162 de la superficie exterior 156 de la cavidad de molde 152 y alejado de la compuerta 164. Este movimiento hacia atrás incrementa el volumen de la cavidad de molde 152 en la configuración completamente cerrada y reduce la relación de longitud de flujo:grosor de la parte de la cavidad 152 adyacente a la compuerta 164. El núcleo 160 es movido preferiblemente hacia atrás una distancia de 2 a 6 veces, opcionalmente de 3 a 5 veces, el grosor de la pared anular 107 de la parte de cuerpo hueca 108.

45 Por lo tanto, la primera parte de molde 154 y el extremo delantero libre 166 del núcleo 160 forman entremedio, durante al menos una parte de la inyección, un embudo frustocónico sustancialmente anular 174 que conecta una primera zona de cavidad 176 adyacente a la compuerta 164 con una zona de cavidad de pared lateral 178. El material termoplástico fundido fluye a través del embudo 174 a la zona de cavidad de pared lateral 178. El embudo 174 está formado entre la parte de ahusamiento 172 del núcleo 160 y la parte frustocónica 157 de la primera parte

de molde 154. El embudo sustancialmente frustocónico 174 disminuye de grosor y aumenta de radio en una dirección desde la primera zona de cavidad 176 a la zona de cavidad de pared lateral 178.

5 El núcleo 160 es movido preferiblemente hacia atrás para prever que un extremo de la primera zona de cavidad 176 adyacente al embudo 174 (grosor d en la figura 5) tenga un grosor de 3 a 5 mm, opcionalmente de 3,5 a 4,5 mm, un extremo del embudo 174 adyacente a la zona de cavidad de pared lateral 178 (grosor e en la figura 5) tiene un grosor de 1,75 a menos de 3 mm, opcionalmente de 2 a 2,5 mm y la zona de cavidad de pared lateral 178 (grosor f en la figura 5) tiene un grosor de 1 a 1,7 mm, opcionalmente de 1,2 a 1,5 mm

10 Una fuerza hidráulica es aplicada, por el material termoplástico fundido presurizado que fluye a través del embudo 174 a la zona de cavidad de pared lateral 178, en la parte frustocónica ahusada 172. Preferiblemente, la presión de inyección del material termoplástico fundido que fluye a través de la compuerta 164 es de 20.000 a 30.000 kPa. La fuerza hidráulica aplicada por el material termoplástico fundido que fluye a través del embudo 174 a la zona de
15 cavidad de pared lateral 178 a la parte frustocónica ahusada 172 del extremo libre 166 del núcleo 160 puede ser muy alta. Por ejemplo, la fuerza puede ser de 5.000 a 10.000 N, opcionalmente de 5.000 a 9.000 N, más opcionalmente de 5.000 a 8.500 N. Por ejemplo, si la presión hidráulica es 20.000 kPa, y la parte frustocónica ahusada 172 tiene un área de 2,76 cm², la fuerza aplicada a la parte frustocónica ahusada 172 es 5.520 N. Tal fuerza alta minimiza o evita inadvertida deformación fuera de eje del núcleo 160 durante la inyección de resina, proporcionando muy alta uniformidad de grosor de pared lateral circunferencialmente alrededor de la preforma
20 resultante 102.

La velocidad del material termoplástico fundido inyectado aumenta cuando el material fluye a través del embudo 174 desde la primera zona de cavidad 176 a la zona de cavidad de pared lateral 178. Típicamente, la velocidad máxima
25 es de 150 a 250 mm/segundo donde el material fluye desde el embudo frustocónico sustancialmente anular 174 a la zona de cavidad de pared lateral 178. Durante la inyección, la presión del material termoplástico fundido inyectado es sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del embudo frustocónico sustancialmente anular 174. La parte central de curvatura sustancialmente plana o poco profunda minimiza cualquier fuerza de empuje fuera de eje en el extremo delantero libre 166 del núcleo 160. El efecto acumulativo de la parte central y el embudo es evitar cualquier fuerza fuera de eje en el núcleo que podría producir en otro caso una no concentricidad significativa en la preforma 102.
30

Después o durante el llenado del molde, el accionador de presión empuja el núcleo 160 hacia delante en una dirección a la cavidad 152 hacia la compuerta 164, con sujeción a que la presión hacia delante aplicada al núcleo 160 supere cualquier presión de inyección inversa todavía en la cavidad 152. El núcleo 160 es movido
35 preferiblemente hacia delante después de que 25 a 95%, opcionalmente de 25 a 75%, de la longitud de la zona de cavidad de pared lateral 178 ha sido llenado con material termoplástico fundido. Si el núcleo 160 es movido hacia delante antes, ha habido suficiente llenado de la zona de cavidad de pared lateral 178, el movimiento hacia delante puede producir un movimiento fuera de eje inadvertido del núcleo 160, que introduce asimetría y variaciones en el grosor de pared. Si el núcleo 160 es movido hacia delante después, ha habido excesivo llenado parcial de la zona
40 de cavidad de pared lateral 178, el movimiento hacia delante puede ser restringido o evitado por la excesiva presión de resina en la cavidad, lo que, a su vez, puede restringir o evitar el llenado completo del acabado de cuello y el extremo abierto de la preforma 102.

El núcleo 160 se hace volver a la posición original avanzada que define la forma y las dimensiones finales del recipiente, expulsando por ello cualquier material excedente de nuevo a través de la compuerta 164. En la posición
45 avanzada de moldeo final, la parte central 168 está espaciada típicamente de la superficie exterior de la cavidad de molde, en el extremo 155 adyacente a la compuerta 164, una distancia de menos de 1,75 mm opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm.

50 Consiguientemente, el núcleo 160 es movido hacia delante después de que al menos una proporción del material termoplástico ha sido inyectada a la cavidad de molde 152 para disponer el núcleo 160 en una posición avanzada de moldeo final en la que la cavidad de molde 152 define la forma y las dimensiones finales de la preforma termoplástica 102. Durante el movimiento hacia delante del núcleo, la presión del material termoplástico fundido inyectado es sustancialmente uniforme alrededor de la circunferencia del embudo frustocónico sustancialmente
55 anular 174.

La cavidad de molde 152 se llena con el material termoplástico fundido. Después de llenar la cavidad de molde 152, durante el retorno del núcleo 160 desde la posición hacia atrás a la posición avanzada, el material fundido excedente puede ser expulsado de nuevo a través de la compuerta 164 contra una presión de fase de mantenimiento que es
60 menos de la presión de inyección. La presión de fase de mantenimiento es aplicada al material inyectado por un aparato de inyección, seleccionándose la presión de fase de mantenimiento para acomodar el encogimiento del material inyectado dentro del molde durante el enfriamiento. Después de que el material inyectado ha solidificado, la presión externa aplicada se reduce durante el enfriamiento del material inyectado. La reducción de la presión externa aplicada puede ser disparada al inicio de la fase de enfriamiento, o después de un corto retardo para que la
65 presión de inyección pueda disminuir.

5 Durante al menos una parte del paso de inyección, o durante todo el paso de inyección, el material termoplástico fundido es inyectado a la cavidad de molde 152 a través de la compuerta 164 a un caudal de 20 a 200 gramos por segundo, opcionalmente de 40 a 200 gramos por segundo, más opcionalmente de 40 a 100 gramos por segundo o 100 a 200 gramos por segundo. El paso de inyección se lleva a cabo típicamente en un período de menos de 2 segundos, opcionalmente menos de 1 segundo, más opcionalmente menos de 0,5 segundos, más opcionalmente menos de 0,2 segundos, más opcionalmente de 0,075 a 0,125 segundos.

10 Típicamente, el paso de inyección, el movimiento hacia atrás del núcleo para formar el embudo y el posterior movimiento hacia delante del núcleo a la posición avanzada de moldeo final se realizan en un período de tiempo total de menos de 10 segundos, opcionalmente menos de 8 segundos, opcionalmente de 3 a menos de 6 segundos.

15 El núcleo 160 es empujado a la posición avanzada por una presión externa aplicada, que es aplicada por un accionador, y movido a la posición hacia atrás por presión del material fundido de inyección. La presión del accionador es menos de 20 bares, cuando es aplicada por aire comprimido o 225 bares para un fluido hidráulico. Típicamente, una relación de área entre el área del accionador y el área del núcleo es menos de 20:1 para accionamiento neumático.

20 Después de llenar sustancialmente el molde, la superficie de molde es restablecida a su posición original. No hay aumento del peso del componente o el tiempo de enfriamiento. El material excedente es empujado de nuevo a través de la entrada de inyección abierta contra la baja presión de fase de mantenimiento.

25 Aunque varias realizaciones de la presente invención se han descrito en detalle, será evidente a los expertos en la técnica que pueden emplearse otras modificaciones de la preforma moldeada por inyección y el método de moldeo por inyección que caen dentro del alcance de la invención definida en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Una preforma termoplástica moldeada por inyección (2, 102) para moldeado por soplado para formar un recipiente, incluyendo la preforma (2, 102) una parte de base cerrada inferior (4, 104), una parte de cuerpo hueca (6, 106) que tiene una pared anular (107), una parte de transición hueca (8, 108) entre la parte de base cerrada inferior y la parte de cuerpo hueca, y una parte de extremo superior abierta (10, 110) adyacente a una parte superior (12, 112) de la parte de cuerpo hueca, donde la parte de base cerrada incluye una parte central (14, 114) que se extiende sobre al menos 50% de un radio interno de un extremo inferior (16, 116) de la parte de cuerpo hueca y es sustancialmente plana o tiene una curvatura interna cóncava o convexa poco profunda (18, 118), y la parte de transición incluye una parte ahusada hacia arriba y radialmente hacia fuera (24, 124) que se aleja de la parte central para conectar con la parte de cuerpo hueca, siendo frustocónica la parte ahusada y definiéndose entre paredes frustocónicas exterior e interior (109, 111), incrementando en grosor la parte ahusada de la parte central a la parte de cuerpo hueca, **caracterizada porque** la pared frustocónica exterior está inclinada en un ángulo de 18 a 24 grados a un eje longitudinal (L) de la preforma y la pared frustocónica interior está inclinada en un ángulo de 12 a menos de 18 grados al eje longitudinal de la preforma, y la pared frustocónica exterior tiene una longitud, medida a lo largo de la pared frustocónica exterior entre la parte de base cerrada inferior y la parte de cuerpo hueca, de 3 a 5 veces el grosor de la pared anular (107) de la parte de cuerpo hueca.
2. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según la reivindicación 1, donde la pared frustocónica exterior está inclinada en un ángulo de 19 a 22 grados al eje longitudinal de la preforma y la pared frustocónica interior está inclinada en un ángulo de 14 a 17 grados al eje longitudinal de la preforma, opcionalmente donde la pared frustocónica exterior está inclinada en un ángulo de 19,5 a 20,5 grados al eje longitudinal de la preforma y la pared frustocónica interior está inclinada en un ángulo de 15 a 16 grados al eje longitudinal de la preforma.
3. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde (i) la longitud de la pared frustocónica exterior es de 3,5 a 4,5 veces el grosor de la pared anular de la parte de cuerpo hueca, y/o (ii) la parte central se extiende al menos 70%, opcionalmente de 75 a 90% del radio interno del extremo inferior de la parte de cuerpo hueca.
4. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, donde la parte central tiene forma de cúpula y tiene una curvatura interna cóncava poco profunda, preferiblemente un radio sustancialmente constante de curvatura interna, con un radio mínimo de curvatura interna de 20 mm, siendo opcionalmente el radio de curvatura interna de 50 a 200 mm, opcionalmente de 100 a 200 mm.
5. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, donde un grosor de la parte central, excluyendo el grosor de cualquier parte de compuerta axial en una superficie externa de la parte central, es de 0,75 a 1,5 mm, opcionalmente de 1,0 a 1,25 mm.
6. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según alguna de las reivindicaciones 1 a 5, donde (i) un grosor de la parte ahusada, medido en su extremo superior adyacente a la parte de cuerpo hueca, es menos del grosor de la parte de cuerpo hueca, y opcionalmente es al menos 0,1 mm, más opcionalmente de 0,1 a 0,2 mm, menos del grosor de la parte de cuerpo hueca, y preferiblemente (ii) el grosor de la parte ahusada, medido en su extremo inferior adyacente a la parte central, es al menos 0,2 mm, opcionalmente de 0,2 a 0,35 mm, más opcionalmente de 0,25 a 0,3 mm, menos del grosor de la parte de cuerpo hueca.
7. Una preforma termoplástica moldeada por inyección según alguna de las reivindicaciones 1 a 6, donde (i) la parte ahusada tiene una longitud de al menos 5 mm, opcionalmente de 5 a 8 mm; y/o (ii) la parte de ahusamiento aumenta de grosor al menos 10%, opcionalmente de 12% a 18%, desde un extremo inferior adyacente a la parte central a un extremo superior adyacente a la parte de cuerpo hueca; y/o (iii) al menos 75% de la longitud total de la parte de cuerpo, la parte de transición y la parte de base tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm; y/o (iv) al menos 90%, opcionalmente al menos 95%, de la longitud total de la parte de cuerpo, la parte de transición y la parte de base tiene un grosor de pared de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm; y/o (v) la parte de cuerpo tiene una variación máxima de grosor de pared de 5%, opcionalmente 2,5%, del grosor de pared medio de la parte de cuerpo; y/o (vi) una mayor parte de la longitud de la parte de cuerpo es sustancialmente tubular, y la parte de cuerpo es sustancialmente cilíndrica, sustancialmente elíptica o sustancialmente poligonal a lo largo de al menos 50%, opcionalmente al menos 90%, de la longitud de la parte de cuerpo; y/o (vii) una sección de pared de la parte de cuerpo tiene una relación de longitud:grosor de al menos 75:1, opcionalmente de 75:1 a 150:1.
8. Un método de moldear por inyección una preforma termoplástica (2) para moldeado por soplado para formar un recipiente, incluyendo el método los pasos de:
- a. proporcionar un molde de inyección (150) que define una cavidad de molde (152) para moldear una preforma (102) incluyendo una parte de base cerrada inferior (104), una parte de cuerpo hueca (106) que tiene una pared anular (107), una parte de transición hueca (106) entre la parte de base cerrada inferior y la parte de cuerpo hueca, y

- una parte de extremo superior abierta (110) adyacente a una parte superior (112) de la parte de cuerpo hueca, incluyendo el molde de inyección una primera parte de molde (154) que define la superficie exterior (156) de la cavidad de molde y una segunda parte de molde (158) en forma de un núcleo móvil (160) que define la superficie interior (163) de la cavidad de molde, teniendo la primera parte de molde un extremo (155), incluyendo una
- 5 compuerta (164), para formar la parte de base (104), una parte frustocónica (157) para formar la parte de transición (108) y una parte alargada (159) para formar la parte de cuerpo (106),
- b. disponer el núcleo móvil (160) en una posición avanzada preliminar,
- 10 c. inyectar material termoplástico fundido a la cavidad de molde a través de la compuerta opuesta a un extremo delantero libre (166) del núcleo, teniendo el extremo delantero libre del núcleo una parte central (168), y una parte de transición (170) que incluye una parte de ahusamiento radialmente hacia fuera (172) que se aleja de la parte central para conectar con una parte de cuerpo alargado (173) del núcleo, siendo frustocónica la parte ahusada,
- 15 d. mover el núcleo hacia atrás durante la inyección; y
- e. mover el núcleo hacia delante después de que al menos una proporción del material termoplástico ha sido inyectada a la cavidad de molde para disponer el núcleo en una posición avanzada de moldeo final en la que la cavidad de molde define la forma y dimensiones finales de la preforma termoplástica, donde la parte ahusada del
- 20 núcleo y la parte frustocónica de la primera parte de molde definen en la preforma la parte de transición que incluye una parte ahusada hacia arriba y radialmente hacia fuera (124) que se aleja de la parte central para conectar con la parte de cuerpo hueca, siendo frustocónica la parte de ahusamiento y aumentando de grosor desde la parte central a la parte de cuerpo hueca,
- 25 **caracterizado porque:**
- la parte central (168) se extiende al menos 50% de un radio externo del extremo delantero libre y es sustancialmente plana o tiene una curvatura externa convexa o cóncava poco profunda, y
- 30 en el paso (d) la primera parte de molde y el extremo delantero libre del núcleo forman entremedio, durante al menos una parte de la inyección, un embudo frustocónico sustancialmente anular (174) de grosor progresivamente decreciente que conecta una primera zona de cavidad (176) adyacente a la compuerta con una zona de cavidad de pared lateral (178), fluyendo el material termoplástico fundido a través del embudo a la zona de cavidad de pared lateral, donde el embudo está formado entre la parte ahusada (172) del núcleo y la parte frustocónica (157) de la
- 35 primera parte de molde.
9. Un método según la reivindicación 8, donde la parte frustocónica de la primera parte de molde está inclinada un ángulo de 18 a 24 grados a un eje longitudinal de la primera parte de molde y la parte frustocónica ahusada del núcleo está inclinada un ángulo de 12 a menos de 18 grados al eje longitudinal del núcleo, opcionalmente donde la
- 40 parte frustocónica de la primera parte de molde está inclinada un ángulo de 19 a 22 grados a un eje longitudinal de la primera parte de molde y la parte frustocónica ahusada del núcleo está inclinada un ángulo de 14 a 17 grados al eje longitudinal del núcleo, más opcionalmente donde la parte frustocónica de la primera parte de molde está inclinada un ángulo de 19,5 a 20,5 grados a un eje longitudinal de la primera parte de molde y la parte frustocónica ahusada del núcleo está inclinada un ángulo de 15 a 16 grados al eje longitudinal del núcleo.
- 45 10. Un método según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, donde la parte frustocónica de la primera parte de molde tiene una longitud, medida a lo largo de la parte frustocónica entre el extremo cerrado y la parte alargada, de 3 a 5 veces, opcionalmente de 3,5 a 4,5 veces, el grosor de la pared anular de la parte de cuerpo hueca.
- 50 11. Un método según alguna de las reivindicaciones 8 a 10, donde, en el paso d (i), la presión de inyección del material termoplástico fundido que fluye a través de la compuerta es de 20.000 a 30.000 kPa y la fuerza hidráulica aplicada por el material termoplástico fundido a la parte frustocónica ahusada del extremo libre del núcleo es de 5.000 a 10.000 N, opcionalmente de 5.000 a 9.000 N, más opcionalmente de 5.000 a 8.500 N; y/o (ii) el núcleo es movido hacia atrás una distancia que es de 2 a 6 veces, opcionalmente de 3 a 5 veces, el grosor de la pared anular de la parte de cuerpo hueca; y/o (iii) un extremo de la primera zona de cavidad adyacente al embudo tiene un grosor de 3 a 5 mm, opcionalmente de 3,5 a 4,5 mm, un extremo del embudo adyacente a la zona de cavidad de pared lateral tiene un grosor de 1,75 a menos de 3 mm, opcionalmente de 2 a 2,5 mm y la zona de cavidad de pared lateral tiene un grosor de 1 a 1,7 mm, opcionalmente de 1,2 a 1,5 mm; y/o (iv) una velocidad del material termoplástico fundido inyectado aumenta cuando el material fluye a través del embudo frustocónico sustancialmente anular desde
- 60 la primera zona de cavidad a la zona de cavidad de pared lateral, opcionalmente donde la velocidad máxima es de 150 a 250 mm/segundo, donde el material fluye desde el embudo frustocónico sustancialmente anular a la zona de cavidad de pared lateral.
- 65 12. Un método según alguna de las reivindicaciones 8 a 11, donde, en el paso e, el núcleo es movido hacia delante después de que de 25 a 95%, opcionalmente de 25 a 75%, de la longitud de la zona de cavidad de pared lateral ha sido llenado con material termoplástico fundido.

- 5 13. Un método según alguna de las reivindicaciones 8 a 12, donde (i) para al menos una parte de, opcionalmente todo, el paso de inyección c, el material termoplástico fundido es inyectado a la cavidad de molde a través de la compuerta a un caudal de 20 a 200 gramos por segundo, opcionalmente de 40 a 200 gramos por segundo, más opcionalmente de 100 a 200 gramos por segundo; y/o (ii) el paso de inyección c se lleva a cabo en un período de menos de 2 segundos, opcionalmente menos de 1 segundo, más opcionalmente menos de 0,5 segundos, más opcionalmente menos de 0,2 segundos, más opcionalmente de 0,075 a 0,125 segundos; y/o (iii) los pasos c a e se realizan en un período de tiempo de menos de 10 segundos, opcionalmente menos de 8 segundos, opcionalmente de 3 a menos de 6 segundos.
- 10 14. Un método según alguna de las reivindicaciones 8 a 13, donde el embudo sustancialmente frustocónico disminuye de grosor y aumenta de radio en una dirección desde la primera zona de cavidad a la zona de cavidad de pared lateral.
- 15 15. Un método según alguna de las reivindicaciones 8 a 14, donde (i) la parte central se extiende al menos 70%, opcionalmente de 75 a 90%, del radio externo del extremo delantero libre; y/o (ii) la parte central tiene forma de cúpula y tiene una curvatura externa convexa poco profunda con un radio mínimo de curvatura externa de 20 mm, siendo opcionalmente el radio de curvatura externa de 50 a 200 mm, opcionalmente de 100 a 200 mm; y/o (iii) en la posición avanzada de moldeo final la parte central está espaciada de la superficie exterior de la cavidad de molde,
- 20 en un extremo adyacente a la compuerta, una distancia de menos de 1,75 mm, opcionalmente de 0,75 a 1,6 mm, más opcionalmente de 0,75 a 1,5 mm, más opcionalmente de 1 a 1,5 mm.

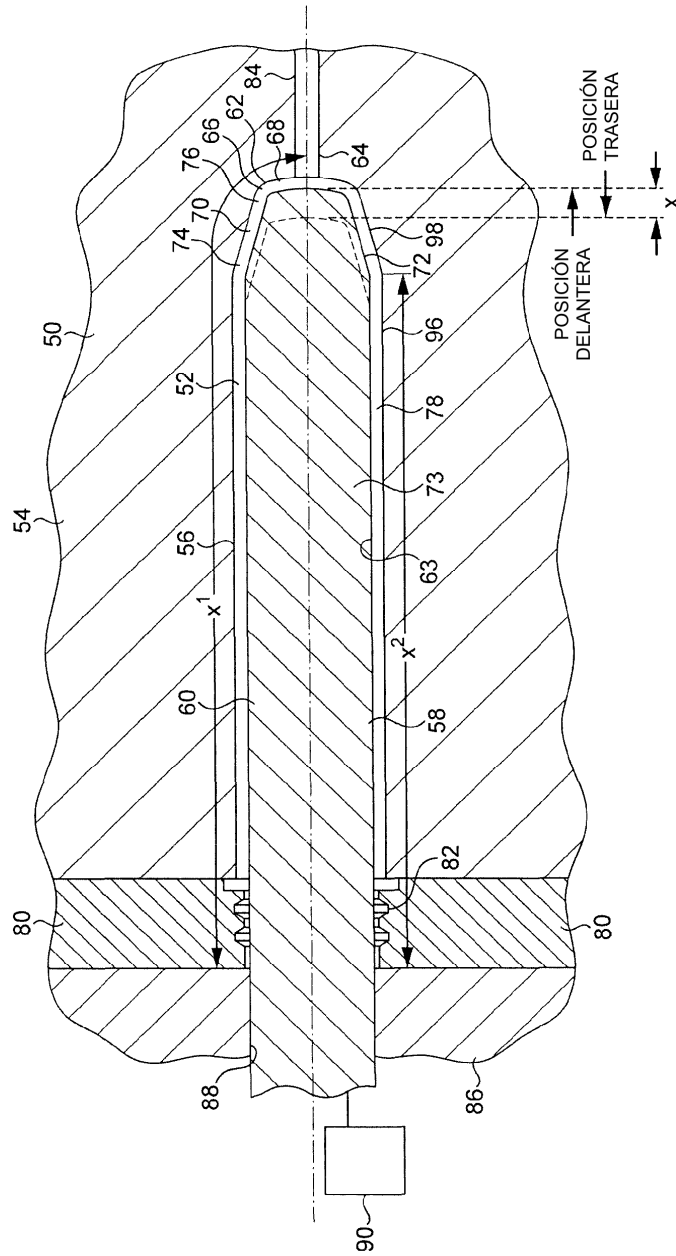


FIG. 3

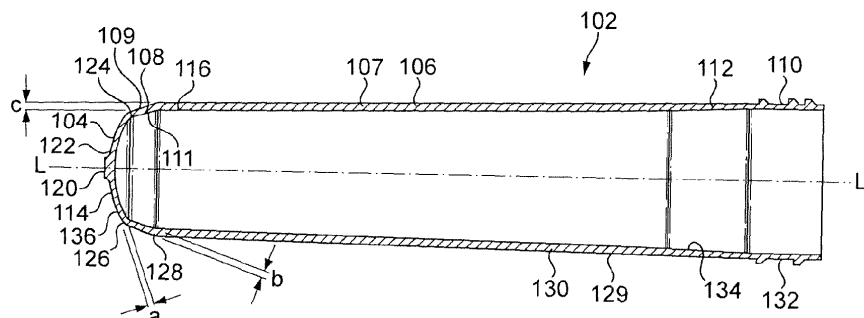


FIG. 4

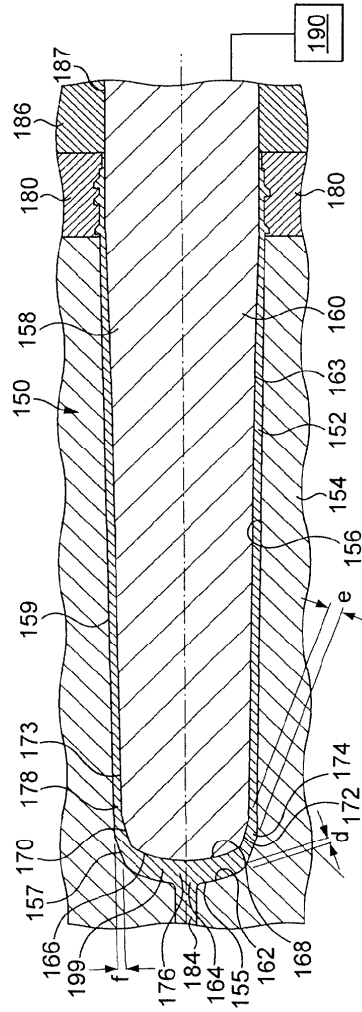


FIG. 5