

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 797**

51 Int. Cl.:

B65D 1/26 (2006.01)

B65D 21/02 (2006.01)

B65D 85/804 (2006.01)

B29C 44/16 (2006.01)

B29C 44/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2018 PCT/EP2018/070264**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019 WO19025274**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2018 E 18746181 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2023 EP 3655345**

54 Título: **Artículo de plástico hueco**

30 Prioridad:
02.08.2017 GB 201712453

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2024

73 Titular/es:
**BOCKATECH LTD (100.0%)
Burnham House, Splash Lane,
Wyton, Huntingdon PE28 2AF, GB**

72 Inventor/es:
CLARKE, PETER REGINALD

74 Agente/Representante:
UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 972 797 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

Artículo de plástico hueco

5 La presente invención se refiere a un artículo hueco para su uso como vaso para bebidas o como recipiente.

10 En la industria del embalaje, un tipo de vaso desechable comúnmente utilizado (por ejemplo, vasos de café para llevar) es un vaso de papel con un revestimiento interior de un material plástico, por ejemplo, polietileno de baja densidad (LDPE). Como estas tazas están hechas de dos materiales diferentes que pueden ser difíciles y/o costosos de separar, su reciclaje puede resultar un desafío. Asimismo, ya que hay una costura en un lado de la taza donde se une el material de papel, el líquido puede escaparse del área de la unión en el borde de la taza cuando la taza se inclina para consumir la bebida que contiene (particularmente cuando la taza se usa en conexión con una tapa que tiene una boquilla a través de la cual pasa la bebida para su consumo).

15 Se han realizado esfuerzos en la industria para proporcionar tazas de polipropileno desechables. Por ejemplo, el documento US-A-2014/0166738 divulga una pieza en bruto hecha de un material polimérico celular tal como polipropileno, pieza en bruto a la que luego se puede dar la forma de una taza. Sin embargo, todavía hay una costura en la taza del documento US-A-2014/0166738, y la taza final debe hacerse doblando la pieza en bruto y sellando los diversos bordes de la misma. Asimismo, en el moldeo por inyección convencional se requiere una pared gruesa para crear cierto aislamiento térmico en una taza. Típicamente, una estructura celular proporciona el aislamiento térmico y se añade un agente espumante al polímero termoplástico para crear una estructura de espuma para mejorar aún más el aislamiento térmico y reducir la densidad de la pared de espuma. Sin embargo, para un espesor de pared determinado, la reducción de densidad máxima que se puede lograr mediante la formación de espuma es del 30 % en peso basado en el peso del polímero termoplástico en la pared.

25 Las tazas conocidas se apilan en una configuración anidada y normalmente requieren estructuras de desanidad, tales como patas u hombros internos moldeados. La taza a menudo tiene una superficie interior con esquinas afiladas de una estructura interior dedicada de desanidado que puede ser anulada inadvertidamente por una presión de apilamiento excesiva.

30 Las solicitudes de patente británica anteriores del solicitante números 1601946.5 y 1701731.0 y la solicitud PCT número PCT/EP2017/052219 divulgan la formación de artículos de plástico huecos, por ejemplo, para su uso como tazas para bebidas, que tienen una pared lateral de espuma celular expandida entre capas internas y externas integrales de polímero sin espuma, tal como polipropileno. Estas memorias descriptivas de patente anteriores divulgan recipientes que superan al menos parcialmente los problemas tratados anteriormente con los recipientes desechables existentes y, en particular, divulgan recipientes que son fácilmente reciclables y tienen una cantidad reducida de material usado para fabricar cada recipiente, al mismo tiempo que proporciona un recipiente que tiene buenas propiedades de aislamiento térmico y el nivel requerido de rigidez.

40 El documento JP-A-S52148384 divulga una taza termoaislante en la que el cuerpo principal de una taza de papel está cubierto externamente con una pared tubular termoaislante, se interpone una espuma impresa entre la pared termoaislante y el cuerpo principal de la taza de papel, y la inclinación de la pared termoaislante es diferente de la inclinación de la pared del cuerpo.

45 El documento FR-A-2926797 divulga un estuche aislado para transportar un producto alimentario que comprende una cubierta externa y una cubierta interna entre las cuales se coloca de manera íntima una capa de espuma de poliuretano. Se proporciona una sección piramidal o trapezoidal externa en una parte inferior de la cubierta externa y se proporciona una sección piramidal o trapezoidal interna en una parte superior de la cubierta interna, donde las secciones presentan las mismas inclinaciones para apilar dos estuches superpuestos. La cubierta interna está provista de un reborde transversal para definir una carcasa con una anchura predefinida.

50 El documento US-A-3846526 divulga un recipiente termoplástico celular espumado, que tiene una pared lateral, al menos una parte sustancial de la cual es más gruesa y menos densa que una pared inferior y una región de labio entre las cuales está dispuesta dicha pared lateral. En un ejemplo, las superficies interior y exterior que definen la pared lateral son superficies lisas continuas y, en un segundo ejemplo, la superficie interior de la pared lateral es lisa y la superficie exterior está provista de crestas y valles alternos.

55 El documento JP-A-H07329948 divulga un recipiente hecho de una lámina espumada de resina de poliestireno que tiene un anillo de apilamiento en una superficie interior de la parte inferior del recipiente.

60 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un recipiente aún más mejorado que tenga buenas propiedades de desanidado cuando una pluralidad de recipientes se apilan juntos en una configuración anidada.

65 En consecuencia, la presente invención proporciona un artículo hueco para su uso como taza para bebidas o como recipiente, de acuerdo con la reivindicación 1.

Las características preferidas del artículo hueco se definen en las reivindicaciones dependientes.

Una ventaja particular del recipiente de la presente invención es que el recipiente tiene buenas propiedades de desanidado cuando una pluralidad de recipientes se apilan juntos en una configuración anidada.

5 Otras ventajas de la presente invención son que el recipiente formado mediante su método es fácilmente reciclable y reutilizable, no tiene ninguna unión en el material a través de la cual pueda producirse una fuga del líquido contenido en el mismo, tiene el nivel requerido de rigidez y también posee buenas propiedades de aislamiento térmico. Asimismo, la presente invención permite utilizar menos material para la fabricación de cada recipiente (reduciendo así los costes de fabricación).

15 Usando la presente invención, es posible conseguir una reducción de densidad del 200 % entre la densidad de la resina termoplástica en su estado no espumado y la densidad del material termoplástico en la taza, que incluye regiones de espuma celular expandida y regiones sin espuma.

20 La provisión de una primera superficie formadora de cavidad es tal que una distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad alterna entre una primera distancia y una segunda distancia (siendo la primera distancia mayor que la segunda distancia) permite una reducción en la cantidad de material usado para formar el artículo y, por tanto, también en una reducción en el peso del artículo. En particular, en el primer aspecto, el presente inventor ha descubierto que la primera capas sólida (tal como se forma antes de abrir el molde) puede ser "soplada" haciendo espuma de la composición de plástico fundido al abrir el molde (abriéndose el molde entre la primera y la segunda capas sólida del artículo terminado puede ser sustancialmente constante alrededor de la circunferencia del artículo terminado. De este modo, el método utiliza menos material pero proporciona un producto terminado que es similar en apariencia al producto obtenido cuando la distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad en el molde permanece constante en lugar de alternar entre una primera y una segunda distancia.

30 En el segundo aspecto, el presente inventor ha descubierto que, cuando se forma un recipiente terminado en el que algunas áreas comprenden una composición de plástico expandido y algunas áreas comprenden una composición de plástico no expandido, la provisión de la primera superficie formadora de cavidad que es tal que una distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad alterna entre una primera distancia y una segunda distancia alrededor de al menos una primera porción de la circunferencia de la región (siendo la primera parte el área que se expande al abrir el molde), hace posible reducir la cantidad de material utilizado para formar el artículo y, por tanto, también reducir el peso del artículo. En particular, la primera capa sólida en la primera parte (tal como se formó antes de abrir el molde) se puede "soplar" haciendo espuma de la composición de plástico fundido entre la primera y la segunda capa en la primera parte, de modo que la primera capa sea convexa en las primeras partes del artículo terminado. De este modo, el método utiliza menos material pero proporciona un producto terminado que es similar en apariencia al producto obtenido cuando la distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad en el molde permanece constante en lugar de alternar entre una primera y una segunda distancia.

45 El presente inventor también ha descubierto que los artículos producidos mediante el método también tienen el nivel de rigidez requerido para dichos artículos, a pesar de la reducción de la cantidad de material utilizado en el mismo. Se ha descubierto que como composición de plástico espumado celular, típicamente un termoplástico tal como una poliolefina, típicamente polipropileno, se enfría lentamente, debido a sus cualidades de aislamiento térmico, la cristalinidad de la composición de plástico puede aumentar, lo que a su vez puede aumentar la rigidez de la composición de plástico espumado celular. La expansión de la composición de plástico fundido entre la primera y la segunda capa mediante formación de espuma también proporciona a los artículos buenas propiedades de aislamiento térmico.

50 Además, dado que todo el recipiente puede estar hecho de una sola capa de material reciclable (es decir, sin capas de diferentes materiales que deban separarse), el recipiente es más fácil de reciclar que las tazas de papel revestidas de plástico que se usan comúnmente. Cuando se añade una etiqueta o un revestimiento exterior (hoja de película o funda de película) al recipiente durante el método de fabricación, éste también puede ser del mismo material con el que está formado el propio recipiente. Por ejemplo, el polímero y la lámina de película pueden estar ambos formados de polipropileno.

60 Asimismo, ya que los artículos están moldeados por inyección, no hay ninguna junta presente en el artículo a través de la cual pueda producirse una fuga del líquido contenido en el mismo. Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación a modo de ejemplo solo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una sección transversal de un artículo que ilustra la apariencia del artículo en diferentes etapas del método del primer aspecto;
 la figura 2A muestra una sección transversal a través de una parte del artículo al final de la etapa (d) de una realización del método del primer aspecto, cuando el artículo está todavía dentro del molde;
 la figura 2B muestra la sección transversal como se muestra en la figura 2A, que ilustra la densidad de la composición

de plástico fundido en diferentes áreas dentro del artículo no expandido, cuando el artículo está todavía dentro del molde;

la figura 3 muestra una sección transversal del artículo completamente expandido después de abrir el molde en la etapa (e);

5 las figuras 4A y 4B muestran la densidad de la espuma en diferentes puntos del proceso de expansión para producir el artículo ilustrado en la figura 3;

la figura 5 ilustra la expansión de la composición de plástico fundido en el artículo mostrado en la figura 3;

La figura 6 muestra una sección transversal a través de una parte del artículo al final de la etapa (d) de una realización del método del segundo aspecto, donde el lado izquierdo de la figura muestra el artículo todavía dentro del molde y el

10 lado derecho de la figura muestra el artículo cuando se ha expandido y se ha retirado del molde;

La figura 7 muestra dos primeras partes 116 y tres segundas partes 118 del artículo al final de la etapa (d) del segundo aspecto de la presente invención, cuando el artículo está todavía en el molde;

La figura 8 muestra una sección transversal a través de una parte del artículo al final de la etapa (d) de una realización del método del segundo aspecto, cuando el artículo está todavía dentro del molde;

15 la figura 9 es una vista lateral de una preforma moldeada por inyección para una taza;

la figura 10 es una sección transversal a través de una pared lateral de la preforma moldeada por inyección de la figura 9;

la figura 11 es una vista inferior de la base de la preforma moldeada por inyección de la figura 9;

20 la figura 12 es una vista lateral de una taza formada por expansión de la preforma moldeada por inyección de la figura 9;

la figura 13 es una sección transversal de una pared lateral de la taza de la figura 12;

la figura 14 es una vista superior a través de una sección transversal de la taza de la figura 12;

la figura 15 es una vista esquemática en sección lateral de la taza de la figura 12;

25 la figura 16 es una vista en sección lateral esquemática que muestra dos de las tazas de la figura 15 apiladas en una configuración anidada;

la figura 17 es una sección lateral ampliada de una sección transversal de la configuración anidada de la figura 16 en la ubicación B de la figura 16; y

la figura 18 es una sección lateral ampliada de una sección transversal de la configuración anidada de la figura 16 en la ubicación C de la figura 16.

30

Con referencia a la figura 1, se muestra una sección transversal de un artículo 2 (por ejemplo, una taza de café) que ilustra la apariencia del artículo en diferentes etapas del método del primer aspecto. En particular, el lado izquierdo de la figura 1 muestra la primera capa sólida 4, la segunda capa sólida 6 y la composición de plástico fundida 8 entre la primera y segunda capas sólidas 4, 6 al final de la etapa (d) del método del primer aspecto, cuando el artículo todavía está dentro del molde. La figura 1 ilustra una realización donde la primera superficie formadora de cavidad de la parte exterior 12 del molde comprende corrugaciones, las corrugaciones en la primera superficie formadora de cavidad tienen picos y valles en forma de onda sinusoidal (observando que un valle en la primera superficie formadora de cavidad da como resultado que se forme un pico correspondiente en el artículo moldeado en ella, y viceversa). La onda sinusoidal puede tener diversas configuraciones diferentes con respecto a la forma y morfología de los picos y valles. Las ondulaciones pueden tener, por ejemplo, forma de U o de V y/o, para cualquier forma de los picos y los valles, las corrugaciones pueden tener una secuencia repetible o regular de picos y valles o una secuencia no repetible o aleatoria de picos y valles.

35

40

Típicamente, los picos y valles tienen algún grado de curvatura, con grandes radios de curvatura. La parte interior 14 del molde, que es un núcleo de molde, también se muestra. En esta realización, la primera distancia D_1 y la segunda distancia D_2 (ambos medidos perpendicularmente a una tangente a la segunda superficie formadora de cavidad) permanece cada una constante alrededor de la circunferencia de la región de la cavidad del molde que define una sección transversal anular de la cavidad entre los bordes circunferenciales exterior e interior de la cavidad. La primera distancia D_1 es la distancia entre la segunda superficie formadora de cavidad y un punto más bajo de un valle en la primera superficie formadora de cavidad y la segunda distancia D_2 es la distancia entre la segunda superficie formadora de cavidad y un punto más alto de un pico en la primera superficie formadora de cavidad.

45

50

Como se ha explicado anteriormente en el presente documento, la primera y segunda distancias D_1 , D_2 están configuradas para proporcionar una serie alterna de picos y valles, o nervios y valles, alrededor de la circunferencia de la composición moldeada por inyección. Estos valores pueden ser valores constantes o, alternativamente, tanto la primera como la segunda distancia D_1 , D_2 pueden variar independientemente alrededor de la circunferencia. En algunas realizaciones de la presente invención, la primera y segunda distancias D_1 , D_2 son valores constantes alrededor de la circunferencia. En otras realizaciones de la presente invención, la segunda distancia D_2 es un valor constante alrededor de la circunferencia y la primera distancia D_1 varía alrededor de la circunferencia. En otras realizaciones de la presente invención, la primera distancia D_1 es un valor constante alrededor de la circunferencia y la segunda distancia D_2 varía alrededor de la circunferencia. En otras realizaciones de la presente invención, la segunda distancia D_2 es un valor constante alrededor de la circunferencia y la primera distancia D_1 varía alternadamente entre dos primeros valores diferentes alrededor de la circunferencia. En otras realizaciones de la presente invención, la primera y segunda distancias D_1 , D_2 varían ambas independientemente alrededor de la circunferencia.

55

60

65

- El lado derecho de la figura 1 muestra la primera capa sólida 4, la segunda capa sólida 6, y la composición de plástico entre la primera y la segunda capa sólida 4, 6, cuya composición de plástico 10 se ha expandido mediante espumación y solidificado. En el lado derecho de la figura 1, la parte exterior 12 del molde ha sido retirada del artículo y el artículo permanece en la parte interior 14 o núcleo. Como puede observarse, la expansión ha dado como resultado las áreas formadas en la primera capa sólida 4 donde la distancia es la segunda distancia D_2 , "soplada" de modo que la distancia entre la primera y segunda capas sólidas 4, 6 del artículo terminado sea sustancialmente constante (por ejemplo, varía hasta más o menos un 2 % en comparación con la distancia promedio entre la primera y la segunda capas) alrededor de la circunferencia del artículo.
- Al final de la etapa (d) en los métodos tanto del primer como del segundo aspecto, las áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidad es la primera distancia D_1 (de ahora en adelante denominadas "nervios") almacenarán calor latente y estarán más calientes que aquellas áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidad es la segunda distancia D_2 (denominados en adelante "valles"). Los nervios actúan como promotores de flujo durante la fase de llenado del proceso de moldeo por inyección, es decir, la etapa (b) en los métodos del primer y segundo aspectos.
- A medida que el material inyectado toma el camino de menor resistencia, los nervios serán las partes más calientes del artículo. Este almacenamiento de calor latente permite que la primera capa sólida 4 se deforme al abrir el molde por la presión del gas liberado del agente espumante. Esta presión actúa para separar la primera capa sólida 4 de la segunda capa sólida 6. Esto ocurre primero en los nervios (es decir, la parte más caliente del artículo) y la presión de la primera capa 4 se retira en el área de las partes en ángulo de estos nervios (cualquier lado del punto más alto D_1 del nervio) actúa entonces para separar la primera capa 4 de la segunda capa 6 en la zona de los valles adyacentes. Este efecto (denominado "efecto cuña") se analiza con más detalle, a continuación.
- La figura 2A muestra una sección transversal a través de una parte del artículo al final de la etapa (d) de una realización del método del primer aspecto, cuando el artículo todavía está dentro del molde. Como en la Figura 1, se muestran la primera capa sólida 4, la segunda capa sólida 6 y la composición de plástico fundido 8 entre la primera y la segunda capa sólida 4, 6. En esta realización, la primera superficie formadora de cavidad de la parte exterior 12 del molde comprende nuevamente corrugaciones, teniendo las corrugaciones picos y valles. Sin embargo, a diferencia de la realización mostrada en la figura 1, la primera distancia D_1 varía alrededor de la circunferencia de la región de la cavidad del molde que define una sección transversal anular de la cavidad entre los bordes circunferenciales exterior e interior de la cavidad. En particular, la primera distancia D_1 está en un valor máximo $D_{1(máx.)}$ en cada cuarto valle de la cavidad del molde, y la primera distancia alcanza un valor mínimo $D_{1(mín)}$ en cada valle que está a medio camino entre dos valles en los que la primera distancia está en el valor máximo. De nuevo, se observa que un valle en la primera superficie formadora de cavidad del molde da como resultado que se forme un pico correspondiente en el artículo moldeado en él, y viceversa. En la realización que se muestra en la figura 2A, la segunda distancia D_2 permanece constante alrededor de la circunferencia de la región de la cavidad del molde.
- La figura 2B muestra la sección transversal como se muestra en la figura 2A, que ilustra la densidad de la composición de plástico fundido 8 en diferentes áreas dentro del artículo no expandido. Como puede verse a partir de esta figura, la densidad de la composición de plástico fundido 8 (antes de su expansión mediante formación de espuma entre la primera y la segunda capa sólida) varía de una densidad mayor en aquellas áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidades del molde es la segunda distancia D_2 , para reducir la densidad en aquellas áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidad es la primera distancia D_1 , las áreas de menor densidad 20 están representadas por celdas abiertas 22 que indican la presencia de espuma celular expandida 24 en las partes exteriores 28 de los nervios 30. En las propias capas sólidas primera y segunda 4, 6, y en las regiones de pequeño espesor 32, por ejemplo los valles 34, distintas de las partes exteriores 28 de los nervios 30, la densidad de la composición de plástico fundido 8 es muy alta, con mínima o ninguna espuma.
- En la sección transversal que se muestra en la figura 2B, mientras el artículo está en el molde, el nervio donde la primera distancia es $D_{1(mín)}$ comenzará a enfriarse y solidificarse en el momento de abrir el molde. Los nervios donde la primera distancia se denota como " $D_{1(int)}$ " (siendo $D_{1(int)}$ un valor entre $D_{1(mín)}$ y $D_{1(máx.)}$), se enfriará más rápido que los nervios donde la primera distancia es $D_{1(máx.)}$. Los nervios donde la primera distancia es $D_{1(máx.)}$ por lo tanto retendrán la mayor cantidad de calor y serán las áreas más calientes del artículo al abrir el molde. De manera similar al análisis anterior, esto permite que la primera capa sólida 4 se deforme en los nervios con la primera distancia $D_{1(máx.)}$ al abrir el molde, por la presión del gas liberado del agente espumante. Esta presión actúa sobre la totalidad de la capa sólida exterior 4, estando la capa sólida interior 6 soportada por el núcleo del molde 14.
- La presión actúa empujando la primera capa exterior sólida 4 a distancia de la segunda capa interior sólida 6. La separación de las primera y segunda capas 4, 6 se produce en la zona de los valles que han retenido una alta concentración de agente espumante. La primera capa exterior sólida 4 puede ser alejada aún más de la segunda capa interior sólida 6 en la proximidad de los nervios donde hay suficiente presión del agente espumante restante que no se expandió dentro del molde de inyección.
- La figura 3 muestra el artículo completamente expandido en el que la primera capa sólida exterior 4" ha sido alejada completamente de la segunda capa sólida interior 6 en la zona tanto de los nervios, que pueden tener una primera

distancia $D_{1(\text{máx.})}$, $D_{1(\text{mín.})}$ y $D_{1(\text{int})}$, como de los valles entre estos nervios que tienen la segunda distancia D_2 , que puede ser igual o variable para los valles.

5 La densidad de la espuma celular expandida es menor que la densidad de la composición de plástico no expandida fundida. Como se muestra en la figura 4A, en los nervios 30 del artículo moldeado por inyección, algunos huecos celulares 22 se forman mediante la expansión del agente espumante en las regiones de gran espesor, mientras que en los valles 34 del artículo moldeado por inyección carecen sustancialmente de expansión del agente espumante en las regiones de pequeño espesor. Como se muestra en la figura 4B, después de abrir el molde, la presión del gas permanece distribuida uniformemente durante varios segundos, manteniendo una fuerza contra la capa exterior 4" y, por lo tanto, en los nervios 30 del artículo moldeado por inyección, los huecos celulares 22 tienden a crecer y/o fusionarse mediante una mayor expansión del agente espumante residual en las regiones de gran espesor, mientras que en los valles 34 del artículo moldeado por inyección la expansión del agente espumante se inicia en las regiones de pequeño espesor 32.

15 El resultado es que, como se muestra en la Figura 4B, en el artículo expandido final 40 hay regiones 42 de baja densidad y regiones 44 de alta densidad que se alternan circunferencialmente. Las regiones de baja densidad 42 corresponden a la ubicación de los nervios 30 y están asociadas con huecos celulares 46 de dimensiones relativamente grandes, mientras que las regiones de alta densidad 44 corresponden a la ubicación de los valles 34 y están asociadas con huecos celulares 48 de dimensiones relativamente pequeñas. El tamaño celular promedio es pequeño y el tamaño celular es sustancialmente uniforme, en las regiones de alta densidad 44, para proporcionar una estructura de espuma sustancialmente homogénea, considerando que el tamaño medio de las células es mayor y el tamaño de las células es menos uniforme, en las regiones de baja densidad 42, para proporcionar una estructura de espuma menos homogénea. En la figura 4B, se puede observar que la densidad de la espuma es mayor en las capas y menor en el centro de la sección transversal anular. La figura 4B, también muestra la alternancia de espuma de alta y baja densidad que se relaciona con la baja densidad en los nervios y la alta densidad en las zonas del valle.

La figura 5 ilustra que cuando los nervios tienen diferentes alturas, después del moldeo por inyección, los nervios más gruesos 50 pueden tener un mayor número de huecos celulares 52 y/o huecos celulares 52 más grandes que los huecos celulares 56 en los nervios más delgados 54. En las proximidades de los valles 58 hay una alta concentración de agente espumante, por ejemplo CO_2 en solución. Al abrir el molde, para dejar así el artículo moldeado por inyección en el núcleo, la capa exterior 4 por encima de los valles 58 se expande rápidamente como resultado de la alta concentración de agente espumante, por ejemplo haciendo que CO_2 salga de la solución y forme un gas. La tensión que mantiene juntas las primera y segunda capas 4, 6 disminuye a medida que se reduce la densidad de la espuma, como resultado de la formación de huecos celulares, y como se ejerce presión sobre las capas por el gas liberado por el agente espumante en la composición de plástico fundido. Luego, las dos capas se separan por la presión ejercida por el gas, y esta presión, junto con la menor densidad de la composición de plástico en el área D, lo que reduce la capacidad de la composición de plástico en este punto para sujetar la primera y la segunda capa, luego permite que la primera y la segunda capas también se separen en el valle (área D) y formen el artículo completamente expandido.

40 En un segundo aspecto, la primera superficie formadora de cavidad es tal que una distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad alterna entre una primera distancia y una segunda distancia alrededor de al menos una primera parte de la circunferencia de la región, siendo la primera distancia mayor que la segunda distancia; y cada primera parte está dispuesta entre un par de segundas partes de la circunferencia de la región, en las que segundas partes una distancia entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad es una tercera distancia que es menor que la segunda distancia. En la etapa d), se deja solidificar la composición de plástico entre la primera y la segunda capas sólidas en dichas segundas partes, mientras que la composición de plástico entre la primera y la segunda capa sólida permanece fundida en dicha al menos una primera parte. En la etapa (e), luego se abre el molde y luego se deja que la composición de plástico entre la primera y la segunda capas sólidas en dicha al menos una primera parte se expanda mediante formación de espuma. La formación de espuma es el resultado del descenso de presión al abrir el molde y provocar que el agente espumante, por ejemplo CO_2 , salga de la solución creando la expansión del gas proporcionado por el agente espumante. Como se ha comentado anteriormente, la abertura del molde comprende retirar la parte exterior del molde de modo que la primera capa sólida ya no esté en contacto con la primera superficie formadora de cavidad, mientras se mantiene la segunda capa sólida en contacto con la segunda superficie formadora de cavidad.

55 La figura 6 muestra una sección transversal a través de una parte del artículo 102 (por ejemplo, una taza de café) que ilustra la apariencia del artículo en diferentes etapas del método del segundo aspecto. El lado izquierdo de la figura 6 muestra la primera capa sólida 104, la segunda capa sólida 106, la composición de plástico fundido 108 entre las primera y segunda capas sólidas 104, 106 en las primeras partes 116 de la circunferencia de la región, y la composición de plástico solidificada 120 entre la primera y segunda capas sólidas 104, 106, en las segundas partes 118 de la circunferencia de la región, al final de la etapa (d) del método del primer aspecto de la invención, cuando el artículo todavía está dentro del molde. La figura 6 ilustra una realización en la que la primera superficie formadora de cavidad de la parte exterior 112 del molde comprende corrugaciones, teniendo las corrugaciones picos y valles en forma de onda sinusoidal. También se muestra la parte interior 114 del molde. En esta realización, la primera distancia D_{101} y la segunda distancia D_{102} permanecen constantes alrededor de la circunferencia de la región de la cavidad del molde que define una sección transversal anular de la cavidad entre los bordes circunferenciales exterior e interior de la

cavidad. En las segundas partes 118, la tercera distancia se muestra como D_{103} . Las distancias entre la primera superficie formadora de cavidad y la segunda superficie formadora de cavidad se miden perpendicularmente a una tangente a la segunda superficie formadora de cavidad.

5 El lado derecho de la figura 6 muestra la primera capa sólida 104, la segunda capa sólida 106 y la composición de plástico entre la primera y segunda capas sólidas 104, 106 en las primeras partes, cuya composición de plástico 110 se ha expandido mediante espumación y solidificado. En el lado derecho de la figura 6, el artículo ha sido desmoldado. Como puede observarse, la expansión ha dado como resultado que los valles formados en la primera capa sólida 104 sean "soplados" de manera que la primera capa sólida 104 sea convexa en las primeras partes 116 del artículo terminado.

15 Al final de la etapa (d) en el método del segundo aspecto de la presente invención, las áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidad es la primera distancia D_1 (de ahora en adelante denominadas "nervios") almacenarán calor latente y estarán más calientes que aquellas áreas donde la distancia entre la primera y la segunda superficie formadora de cavidad es la segunda distancia D_2 (denominados en adelante "valles"), como se ha analizado anteriormente con referencia al primer aspecto de la presente invención.

20 La figura 7 muestra dos primeras partes 116 y tres segundas partes 118 del artículo al final de la etapa (d) del segundo aspecto de la presente invención, cuando el artículo todavía está en el molde. Las distancias D_{101} , D_{102} y D_{103} se pueden ver más claramente en esta figura. En esta realización, la primera distancia D_{101} varía alrededor de la primera parte 116 de la circunferencia de la región.

25 La figura 8 muestra una sección transversal a través de una parte del artículo al final de la etapa (d) de una realización del método del segundo aspecto, cuando el artículo todavía está dentro del molde. Como en la Figura 6, se muestran la primera capa sólida 104, la segunda capa sólida 106 y la composición de plástico fundido 108 entre la primera y la segunda capas sólidas 104, 106, de la primera parte, junto con la composición de plástico solidificada 120 entre la primera y segunda capas sólidas 104, 106 de las segundas partes 118. En esta realización, la primera superficie formadora de cavidad de la parte exterior 112 del molde comprende nuevamente corrugaciones en la primera parte, teniendo las corrugaciones picos y valles. Sin embargo, a diferencia de la realización mostrada en la figura 6, la primera distancia D_{101} varía alrededor de la primera parte de la circunferencia de la región de la cavidad del molde que define una sección transversal anular de la cavidad entre los bordes circunferenciales exterior e interior de la cavidad. En particular, la primera distancia D_{101} está en un valor máximo $D_{101(\text{máx.})}$ en los valles de la primera superficie formadora de cavidad que son adyacentes a las segundas partes 118 y la primera distancia alcanza un valor mínimo $D_{101(\text{mín.})}$ el par de valles que están a medio camino entre los valles de la primera superficie formadora de cavidad en la que la primera distancia está en el valor máximo $D_{101(\text{máx.})}$. De nuevo, se observa que un valle en la primera superficie formadora de cavidad del molde da como resultado que se forme un pico correspondiente en el artículo moldeado en él, y viceversa. En la realización que se muestra en las Figura 8, la segunda distancia D_{102} permanece constante alrededor de la circunferencia de la región de la cavidad del molde.

40 El mecanismo de expansión en la etapa (e) del primer aspecto, como se ha analizado anteriormente con respecto a las figuras 2A, 2B, 3, 4A, 4B y 5 también es aplicable al mecanismo de expansión en la etapa (e) del segundo aspecto.

45 Tanto en el primer como en el segundo aspectos, el límite del espesor mínimo de los valles (es decir, el valor mínimo de D_2 que todavía permite que la primera y la segunda capas se separen en los valles después de la apertura del molde) está controlado por la tensión entre la primera y la segunda capas sólidas 4, 6 y la presión del gas en la estructura de espuma en expansión que separa las capas de superficie solidificadas. Los parámetros que influyen en la tensión son: -

1. La temperatura de la composición de plástico fundido
2. El porcentaje de agente espumante (que normalmente es un agente espumante endotérmico, pero podría ser exotérmico)/o el porcentaje y el tipo de gas físico.
3. La velocidad de inyección en el molde en la etapa (b).
4. La presión de inyección (una presión más alta mantiene más gas en solución y reduce la formación de espuma prematura durante la inyección).
5. El tiempo de enfriamiento.
6. La temperatura del molde.
7. El tamaño de celda en la espuma.
8. Los aditivos presentes en la composición de plástico fundido.

60 Un ejemplo no limitativo de parámetros seleccionables para cada uno de los puntos 1 a 8, anteriores, se proporciona a continuación. Este ejemplo es puramente ilustrativo de una realización particular y no limita la invención en su conjunto.

1. La temperatura de fusión del polipropileno es de 165 °C. Sin embargo, los agentes espumantes químicos endotérmicos generalmente necesitan una temperatura más alta para activar la reacción. Además, cuanto mayor sea la temperatura de la composición de plástico fundido, menor puede ser la segunda distancia D_2 . Para una composición donde el polímero es polipropileno, se pueden usar temperaturas de fusión de entre 250 °C y 285 °C para minimizar la segunda distancia D_2 . También se puede utilizar el mismo intervalo de

temperatura de 250 °C a 285 °C para minimizar la segunda distancia D_2 cuando se utiliza un gas físico en lugar de un agente espumante químico.

2. El agente espumante puede ser un agente espumante químico o un agente espumante físico o cualquier mezcla de agentes espumantes químicos y/o físicos. Por ejemplo, el agente espumante puede ser una mezcla de agentes espumantes químicos, por ejemplo una combinación de agentes espumantes químicos endotérmicos y exotérmicos, o una combinación de agentes espumantes químicos y físicos, por ejemplo, cuando el agente espumante químico ayuda a nuclear un gas que forma el agente espumante físico. Como alternativa, el agente espumante puede ser una mezcla de gases físicos, por ejemplo una mezcla de CO_2 y N_2 , opcionalmente en combinación adicional con un agente espumante químico. Los agentes espumantes químicos son preferiblemente de 50 a 60 % en peso de agentes de nivel activo en una concentración de 2 a 6 % en peso, según el peso de la composición de plástico fundido, o una cantidad comparable de gas físico, por ejemplo CO_2 o N_2 (un 60 % en peso de agente de nivel activo a una concentración del 2 % en peso daría un 1,2 % en peso de gas en la composición de plástico fundido, por lo tanto, la cantidad de gas físico podría ser del 1 al 2 % en peso). Un gas físico, tal como nitrógeno, se puede añadir de manera fácil y económica en cualquier % en peso dentro del intervalo del 0,1 al 10 % en peso), por ejemplo 6 % en peso; concentraciones más altas del gas físico tienden a aumentar progresivamente las fuerzas del agente espumante hacia afuera contra las capas.
3. Se prefieren velocidades de inyección muy rápidas, por ejemplo, se necesita una velocidad de inyección de 50 gramos por segundo por cavidad para asegurar un tiempo de llenado inferior a 0,5 segundos; si el tiempo de llenado es mayor, permitirá que aumente el espesor de la capa solidificada, reduciendo así el espesor de la capa de composición de plástico fundido entre la primera y segunda capas sólidas 4, 6 al final de la etapa (d), y reduciendo los efectos de expansión.
4. También se debe minimizar el tiempo de enfriamiento dentro del molde antes de abrirlo en la etapa (e): sin embargo, esto está limitado por el tiempo que lleva reducir la fuerza de bloqueo de la máquina de moldeo por inyección antes de abrir el molde. Normalmente, el tiempo necesario para reducir la fuerza de bloqueo es de 0,2 a 0,5 segundos; a menos que se utilicen otros mecanismos especiales, este parámetro define el tiempo mínimo antes de que las mitades del molde puedan comenzar a separarse permitiendo que la primera y la segunda capa comiencen a separarse entre sí.
5. La temperatura del molde afecta al espesor de la capa sólida. Para disminuir la velocidad de solidificación de la capa para un producto tipo taza de polipropileno, la parte interior del molde está preferiblemente entre 40 °C y 70 °C. Una temperatura demasiado alta provocaría que la segunda capa sólida se deformara, lo cual puede ser indeseable. La parte exterior del molde está preferiblemente entre 50 °C y 120 °C para mantener la primera capa lo suficientemente suave como para deformarse.
6. Preferiblemente, el tamaño de las celdas en la espuma expandida se maximiza: una estructura de celda fina tiene una mayor resistencia a la fusión, evitando la separación de la capa. Cuando la presión de la composición de plástico fundido se reduce debido a su flujo hacia el área contigua expandida de baja presión, el tamaño de la celda aumenta. Las celdas más grandes tienen capas más delgadas y, por lo tanto, una menor resistencia al fundido. El tamaño de celda en la primera y segunda capas debe ser de 0 a 100 μm (micrómetros) y el tamaño de celda en la composición expandida entre las capas será de 50 a 250 μm o de 100 a 500 μm o de 250 a 1000 μm , o podría haber un hueco entre la primera y la segunda capas.
7. Se pueden utilizar aditivos para influir aún más en el valor mínimo de la segunda distancia D_2 . Por ejemplo, la tiza (carbonato de calcio) retendrá el calor durante más tiempo que el polipropileno y, por lo tanto, su inclusión ayudará a ralentizar la solidificación de las capas. La mica, debido a sus plaquetas de bordes afilados, evitará que se formen burbujas, rompiendo así la adhesión entre las capas creando un hueco.

Como se ha descrito anteriormente, normalmente la configuración sinusoidal para los picos y valles en el artículo intermedio moldeado por inyección tiene una curvatura suave. En configuraciones alternativas, los picos y/o valles pueden tener ángulos poco profundos, por ejemplo que toman una forma de 'V' y pequeños radios de curvatura; sin embargo, radios tan pequeños tenderían a resistirse a ser "extraídos" y dejarían crestas verticales en la pared de la taza.

En algunas realizaciones, puede ser deseable tener una serie de crestas que discurren verticalmente hacia arriba por la pared de la taza y esto puede evitar cualquier estiramiento de la capa exterior. Esto se puede lograr reduciendo el % de agente espumante y/o aumentando el tiempo de enfriamiento, lo que tendería a reducir el efecto del soplado y con ello conseguiría una taza parcialmente soplada, y los valles no llegan a la altura de los picos en el primer y segundo aspectos, en la etapa (e), la primera longitud circunferencial permanece sustancialmente constante en comparación con la primera longitud circunferencial al final de la etapa (d). En algunas realizaciones, la segunda longitud circunferencial permanece sustancialmente constante en comparación con la segunda longitud circunferencial al final de la etapa (d). En algunas realizaciones, tanto la primera como la segunda longitud circunferencial permanecen sustancialmente constantes en comparación con la primera y la segunda longitud circunferencial al final de la etapa (d). Por "sustancialmente constante" en este contexto, significa que la longitud circunferencial particular aumenta hasta un 2 % en comparación con esa longitud circunferencial al final de la etapa (d).

En otras realizaciones del primer y segundo aspectos, en la etapa (e), la primera longitud circunferencial aumenta hasta un 20 %, hasta un 10 % o hasta un 5 % en comparación con la primera longitud circunferencial al final de la etapa (d). En ciertas realizaciones, la primera longitud circunferencial aumenta entre un 12 y un 20 %, opcionalmente del 8 al 15 %, en comparación con la primera longitud circunferencial al final de la etapa (d); alternativamente entre un

3 y un 10 % o entre un 1 y un 5 % en comparación con la primera longitud circunferencial al final de la etapa (d).

En algunas realizaciones del primer o segundo aspecto, se puede estampar un patrón en la primera capas sólida del artículo durante el método y/o se puede formar una funda externa (que puede ser decorativa) en la superficie exterior, es decir, la primera capa sólida, del artículo durante el método. El patrón y/o decoración puede ser, por ejemplo, un logotipo corporativo.

En dichas realizaciones, la etapa (e) comprende además, después de retirar la parte exterior del molde, insertar el artículo en un segundo molde antes de la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas (en dicha al menos una primera parte, en el segundo aspecto) está completa y retener el artículo en el segundo molde hasta que la composición de plástico entre la primera y la segunda capas se haya solidificado (en dicha al menos una primera parte, en el segundo aspecto). En el primer aspecto, cuando se completa la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas, la primera capa sólida del artículo está en contacto con una superficie del segundo molde. En el segundo aspecto, cuando se completa la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas en dicha al menos una primera parte, la primera capa sólida del artículo está en contacto con una superficie del segundo molde en dicha al menos una primera parte.

Cuando se desea estampar un patrón tridimensional en la superficie exterior del artículo, la superficie del segundo molde puede comprender un patrón tridimensional. Este patrón luego se imparte a la primera capas sólida cuando se la fuerza a entrar en contacto con la superficie del segundo molde tras la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas sólidas. Cuando la composición de plástico comprende polipropileno, el segundo molde normalmente se calentaría a una temperatura dentro de un intervalo de 80 a 150 °C para deformar la capa sólida exterior mediante estampado.

Cuando se desee incluir una etiqueta en la superficie exterior del artículo, entonces se puede cubrir al menos parte de la superficie del segundo molde con una lámina de película antes de insertar el artículo en el segundo molde. Si se desea cubrir la superficie exterior del artículo con una funda, entonces la lámina de película puede cubrir toda la circunferencia de al menos parte de la superficie del segundo molde. Por ejemplo, en el artículo terminado, la funda podría cubrir una circunferencia completa del artículo sobre sólo una parte de la altura del artículo (por ejemplo, una banda ancha del material de la funda alrededor del punto medio de la altura del artículo), o podría cubrir una circunferencia completa del artículo sobre toda la altura del artículo (a excepción de la zona del borde). En el primer aspecto, al menos parte de la primera capa sólida del artículo será forzada a entrar en contacto con la lámina de película tras la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas sólidas. En el segundo aspecto, al menos parte de la primera capa sólida del artículo será forzada a entrar en contacto con la lámina de película en dicha al menos una primera parte tras la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas sólidas. La primera capa sólida también puede estar en contacto con la lámina de película en dicha al menos una segunda parte. En ambos aspectos, la superficie exterior (primera capa sólida) del artículo se une a la lámina de película al ser forzada a entrar en contacto con la misma mediante la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas del artículo. De nuevo, la superficie del segundo molde podría incluir un patrón tridimensional, como anteriormente. La lámina de película podría comprender plástico y/o papel. Sin embargo, se prefiere el polipropileno (por ejemplo, polipropileno orientado) ya que es compatible con el reciclaje. También se podría utilizar un plástico espumado (por ejemplo, polipropileno) como lámina de película, con el fin de proporcionar un aislamiento adicional al artículo y proporcionar una superficie más táctil para agarrar el artículo. Por lo general, se puede colocar una etiqueta en la cavidad del molde y forzarla dentro de las corrugaciones junto con el plástico inyectado, y luego la etiqueta seguiría el contorno de la capa exterior.

En aquellas realizaciones donde el artículo se inserta en un segundo molde antes de que se complete la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas, la segunda capa del artículo permanece en contacto con la segunda superficie formadora de cavidad del molde original, y el segundo molde se mueve para colocarse sobre la primera capa del artículo. El segundo molde podría moverse mediante un dispositivo robótico, por ejemplo, un brazo robótico. Cuando se completa la expansión de la composición de plástico entre la primera y la segunda capas y la primera capa sólida está en contacto con la superficie del segundo molde (o la lámina de película que cubre al menos parte de la superficie del segundo molde), el artículo puede entonces liberarse de la segunda superficie formadora de cavidad del molde original y retenerse en el segundo molde. Luego, el dispositivo robótico puede mover el segundo molde para tomar los artículos y apilarlos.

El polímero de la composición de plástico puede comprender una poliolefina o una mezcla de una pluralidad de poliolefinas, opcionalmente polietileno o polipropileno; o un poliéster, opcionalmente tereftalato de polietileno o tereftalato de polibutileno; o ácido poliláctico. En una realización, el polímero comprende polipropileno. Son particularmente preferidos los polipropilenos que tienen un índice de fluidez en fusión (MFI) de 10 a 120. El índice de fluidez en fusión de un polímero se puede medir según la norma ASTM D1238.

Los agentes espumantes que se pueden usar en cualquier realización de cualquiera de los aspectos anteriores de la presente invención incluyen agentes espumantes químicos (que se descomponen en las condiciones de los métodos, liberando así gases en la composición de plástico fundido, gases que pueden expandirse posteriormente al liberarse la presión sobre la composición de plástico, por ejemplo abriendo el molde, provocando que la composición de plástico

forme espuma y se expanda). Ejemplos de tales agentes espumantes químicos incluyen Hydrocerol® (de Clariant) y TecoCell® (de Trexel). El agente espumante suele ser endotérmico, pero también podrían usarse agentes espumantes exotérmicos. Como alternativa, el agente espumante podría ser un agente espumante físico en forma de un gas disuelto en la composición de plástico fundido. Tal gas puede comprender, por ejemplo, dióxido de carbono o nitrógeno. El gas puede incluir opcionalmente además una composición de perfume (es decir, un aroma) que permanece presente en el material polimérico después de la expansión, para mejorar la experiencia del consumidor. El agente espumante puede ser un agente espumante químico o un agente espumante físico o cualquier mezcla de agentes espumantes químicos y/o físicos. Por ejemplo, el agente espumante puede ser una mezcla de agentes espumantes químicos, por ejemplo una combinación de agentes espumantes químicos endotérmicos y exotérmicos, o una combinación de agentes espumantes químicos y físicos, por ejemplo, cuando el agente espumante químico ayuda a nuclear un gas que forma el agente espumante físico. Como alternativa, el agente espumante puede ser una mezcla de gases físicos, por ejemplo una mezcla de CO₂ y N₂, opcionalmente en combinación adicional con un agente espumante químico.

15 Cuando se utiliza dióxido de carbono como agente espumante, el gas CO₂ es producido por el agente espumante en la extrusora de la máquina de moldeo por inyección y, a continuación, el gas CO₂ se disuelve durante la fase de inyección (normalmente de 30 a 50 MPa (300 a 500 bar)) debido a que la presión relativamente alta ejercida sobre el material es mayor que la presión requerida (normalmente menos de 10 MPa (100 bar)) para forzar la disolución del CO₂ dentro de resina termoplástica fundida, tal como polipropileno. Cuando se utiliza nitrógeno como agente espumante, el nitrógeno no se disuelve dentro del polipropileno fundido, ya que el gas nitrógeno requiere más de 300 MPa (3.000 bar) para forzar su disolución parcial en polipropileno fundido.

25 En el primer y segundo aspectos, la composición de plástico fundido incluye una carga. Las cargas pueden actuar para añadir resistencia al artículo, aumentar su conductividad térmica o elevar la temperatura de distorsión por calor del artículo. En ciertas realizaciones, la carga es tiza o carbonato de calcio.

Tanto en el primer como en el segundo aspectos, el artículo puede ser una taza o un recipiente, por ejemplo, una taza de café o un recipiente apto para calentar sopa en el microondas. Los artículos pueden ser desechables.

30 A continuación se describe más detalladamente una realización adicional de un recipiente hueco producido según el método con referencia a las figuras 9 a 18. En esta realización, se fabricó una taza de café, es decir, una taza adecuada para contener bebidas calientes como café. En esta realización, la taza de café tiene una capacidad de 455 ml (16 onzas líquidas).

35 Sin embargo, se puede utilizar el recipiente hueco o dar forma y dimensionar para su uso, como recipiente para alimentos.

40 Inicialmente, una preforma 200 en forma de taza, como se muestra en las figuras 9 a 11, está moldeada por inyección a partir de una resina termoplástica que comprende un agente espumante, en este ejemplo polipropileno y un agente espumante de dióxido de carbono (CO₂). En la preforma 200, el polipropileno incluye regiones no espumadas en las que el gas dióxido de carbono (CO₂) está en solución en el polipropileno después del proceso de moldeo por inyección y regiones de espuma celular expandida en las que el gas dióxido de carbono (CO₂) ha salido de la solución en el polipropileno durante el proceso de moldeo por inyección y de este modo se formaron zonas de espuma celular. Sin embargo, se puede emplear cualquier otra combinación adecuada de agente espumante y resina termoplástica. El agente espumante forma áreas espumadas en la preforma como resultado de la expansión localizada de la resina termoplástica en una región de baja presión del molde de inyección.

50 La preforma en forma de taza 200 está moldeada por inyección para tener un pie anular 202 que comprende resina termoplástica sin espuma. Por encima del pie anular 202 hay una pared de base circular 204, que se muestra con detalle en la figura 11.

La pared lateral anular 206 se extiende hacia arriba alejándose del pie anular 202 y la pared de base circular 204 para terminar en un borde superior anular 208.

55 La preforma 200 en forma de taza tenía una altura de 135 mm, un diámetro de borde superior de 90 mm y un diámetro de base de 55 mm. El pie anular 202 tenía una altura de aproximadamente 2 mm. El material termoplástico de la preforma en forma de taza 200 tenía un volumen no expandido (es decir, el volumen de material de la preforma moldeada por inyección antes de una expansión adicional para formar la taza final) de 26 cm³. El material termoplástico de la preforma en forma de taza 200 tenía una densidad moldeada promedio de 0,9 g/cm³ y un peso de 24 gramos. La pared lateral anular 206 tenía una relación media de longitud L/espesor T de 180:1, donde L es la longitud de la pared lateral 206 a lo largo de la altura de la pared lateral 206 y T es el espesor de la pared lateral. Se pueden utilizar proporciones L/T inferiores a 180:1. Sin embargo, proporciones L/T más bajas implican un mayor espesor de pared para una altura de taza determinada y tienden a aumentar el peso de la taza y reducir la presión de llenado, permitiendo que el agente espumante salga de la solución durante la inyección.

65 Como se muestra en la figura 9, la pared lateral anular 206 comprende una pluralidad de nervios longitudinales 210

que se extienden radialmente hacia afuera desde la superficie exterior 211 de la pared lateral anular 206. Los nervios longitudinales 210 comprenden nervios gruesos, o mayores, 212 y nervios finos, o menores, 214. La figura 10 es una sección transversal ampliada a través de la pared lateral anular 206. Los nervios gruesos 212 y los nervios finos 214 comprenden material termoplástico espumado celular y entre los nervios longitudinales 210 hay valles 216 que comprenden material termoplástico no espumado. Los valles 216 tienen una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular 206, de 0,3 a 1,0 mm para proporcionar una región no expandida, es decir, los valles 216, entre regiones expandidas, es decir, los nervios 210. Los valles 216 de material termoplástico no espumado tienen típicamente una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular 206, de aproximadamente 1 mm.

Durante el proceso de moldeo por inyección, en las ubicaciones de los nervios longitudinales 210 el material termoplástico ha sido sometido a una presión reducida, mediante las zonas correspondientemente gruesas de la cavidad de moldeo, lo que ha permitido que el agente espumante salga de la solución y forme un gas para formar la espuma celular expandida dentro del molde de inyección. A diferencia de ello, durante el proceso de moldeo por inyección, en las ubicaciones de los valles 216 entre los nervios longitudinales 210, el material termoplástico ha sido sometido a una alta presión, mediante las zonas correspondientemente delgadas de la cavidad de moldeo, lo que ha impedido que el agente espumante salga de la solución, evitando así la expansión del material termoplástico dentro del molde de inyección.

De manera análoga, el borde superior anular 208 está formado por espuma celular expandida dentro del molde de inyección y una zona de transición anular 218 entre el borde superior anular 208 y los extremos superiores de los nervios longitudinales 210 y los valles 216 está formada de material termoplástico no expandido, ya que el borde superior anular 208 es relativamente grueso mientras que la zona de transición anular 218 es relativamente delgada. Además, el pie anular relativamente delgado 202 está formado de material termoplástico no expandido.

La figura 11 muestra la pared de base circular 204. La pared de base 204 tiene una puerta central 220 que comprende el punto de inyección para el moldeo por inyección. La puerta central 220 está rodeada por una primera sección anular gruesa 222. Una pluralidad de conductores de flujo primario 224, en la realización ilustrada hay cinco conductores de flujo primarios 224, pero se puede proporcionar cualquier número adecuado, se extienden radialmente hacia afuera desde la primera sección anular gruesa 222. Los conductores de flujo primarios 224 terminan en una segunda sección anular gruesa 226. Una pluralidad de conductores de flujo secundarios 228, en la realización ilustrada hay cuarenta conductores de flujo secundarios 228, pero se puede proporcionar cualquier número adecuado, se extienden radialmente hacia afuera desde la segunda sección anular gruesa 226. Cada uno de los conductores de flujo secundarios 228 termina en un extremo inferior de un respectivo nervio delgado 214. El número de conductores de flujo secundarios 228 corresponde al número de nervios delgados 214 y también corresponde al número de nervios gruesos 212 que están ubicados respectivamente alternativamente entre nervios delgados 214 adyacentes.

La primera sección anular gruesa 222, los conductores de flujo primario 224, la segunda sección anular gruesa 226 y los conductores de flujo secundarios 228 tienen un espesor tal que, como se ha explicado anteriormente para los nervios longitudinales 210, estos elementos están compuestos de espuma celular expandida dentro del molde de inyección. Típicamente, estos elementos tienen un espesor de 0,5 a 1,0 mm, por ejemplo de aproximadamente 0,6 mm. A diferencia de, hay primeros segmentos 230 entre los conductores de flujo primarios 224 y segundos segmentos 232 entre los conductores de flujo secundarios 228 que tienen un espesor tal que, como se ha explicado anteriormente para los valles 216, estos elementos están compuestos por material termoplástico no expandido. Típicamente, estos elementos tienen un espesor de 0,2 a menos de 0,5 mm, por ejemplo de aproximadamente 0,3 mm.

Las dimensiones, a saber, el espesor y la anchura (respectivamente perpendicular y paralelo al plano de la pared de base circular 204) de la primera sección anular gruesa 222, los conductores de flujo primario 224, la segunda sección anular gruesa 226 y los conductores de flujo secundarios 228 se seleccionan de modo que durante el moldeo por inyección el material termoplástico pueda fluir fácilmente lejos de la puerta central 220 para permitir un flujo fácil de material para reducir la presión de llenado y ayudar a una inyección rápida. El espesor de la primera sección gruesa anular 222, los conductores de flujo primario 224, la segunda sección anular gruesa 226 y los conductores de flujo secundarios 228 se fijan mediante moldeo por inyección y la espuma celular expandida resultante tiene un espesor que es menor que la altura (típicamente 2 mm) del pie anular 202. Esto asegura que la taza resultante pueda colocarse de forma segura sobre una superficie plana alrededor de la circunferencia del pie anular 202 y que las regiones de espuma celular expandida en la pared de base circular 204 no se extiendan por debajo del borde inferior del pie anular 202 y, por lo tanto, impidan la que la taza se apoye de manera segura y confiable sobre una superficie plana.

En las fotografías de las figuras 9 a 11, las áreas no expandidas parecen translúcidas a simple vista, dado que el agente espumante, en esta realización gas CO₂, permanece en solución. Sin embargo, si se incorpora un pigmento al material termoplástico, las áreas no expandidas suelen aparecer opacas, con un color sólido. Las áreas de espuma normalmente parecen tener un color pastel debido al fondo blanco creado por la espuma celular expandida. En las figuras 9 y 11, cabe señalar que los tamaños de celdas inferiores a 0,5 micrómetros no son visibles a simple vista.

Tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, el moldeo por inyección forma capas sólidas exterior

- e interior 240, 242 en las superficies exterior e interior 244, 246 de la preforma 200, pero el tiempo de enfriamiento dentro del molde se minimiza de modo que se retiene una resina termoplástica fundida entre las capas sólidas exterior e interior 240, 242. Después del moldeo por inyección, se abre el molde y se retira la preforma 200 del elemento de moldeo exterior, tal como se ha descrito anteriormente en el presente documento, antes de que la resina termoplástica entre las capas interior y exterior 240, 242 se haya solidificado. La retirada de la preforma 200 del elemento de moldeo exterior reduce la presión sobre la superficie exterior 244 de la preforma 200, lo que permite que el agente espumante en las regiones no expandidas del material termoplástico salga de la solución y forme un gas para formar la espuma celular expandida externamente del molde de inyección.
- En una realización alternativa, todos los nervios longitudinales 210 tienen las mismas dimensiones. En realizaciones alternativas adicionales, los nervios longitudinales 210 y los valles 216 pueden tener dimensiones variables independientemente.
- La estructura de taza resultante se muestra en las figuras 12 a 18. La taza 250 es un artículo hueco para uso como taza de bebida y tiene una pared lateral anular 256 y una pared de base 204 que define una cavidad hueca central 270. La taza 250 tiene un borde superior 208, compuesto por espuma celular expandida, de la pared lateral 256 y un extremo inferior 272 de la pared lateral 256. La pared lateral 256 es una moldura anular integral, y más preferiblemente la pared lateral anular 256, la pared de base 204, el borde superior 208 y el extremo inferior 272 son una moldura anular integral. El artículo hueco está compuesto por un único material plástico, opcionalmente un termoplástico. Típicamente, el artículo hueco es una taza para bebidas o un recipiente para alimentos compuesto por un único material termoplástico reciclable, opcionalmente donde el material termoplástico es un polímero que comprende una poliolefina o una mezcla de una pluralidad de poliolefinas, además opcionalmente polietileno o polipropileno; o un poliéster, además opcionalmente tereftalato de polietileno o tereftalato de polibutileno; o ácido poliláctico. Preferentemente, el artículo hueco es una taza de café que es térmicamente estable hasta una temperatura de al menos 75 °C.
- La pared lateral anular 256 comprende un material plástico compuesto por una estructura tipo sándwich de las capas interior y exterior 254, 252 y una capa de espuma celular expandida 257 entre ellas. En la estructura de tipo sándwich, las capas interior y exterior 254, 252 son integrales con la capa de espuma celular expandida 257 entre ellas y las capas interior y exterior 254, 252 y la capa de espuma celular expandida 257 se han formado a partir de una única capa no expandida, como se ha descrito anteriormente en el presente documento. El borde superior 208 está separado de un borde superior de la estructura de tipo sándwich por un anillo anular 218 del material plástico que no está expandido. La capa de espuma celular expandida 257 comprende una serie anular de áreas de refuerzo 258 que se extienden longitudinalmente a lo largo de la pared lateral 256 en una dirección entre el borde superior 208 y el extremo inferior 272. Las áreas de refuerzo 258 están separadas mutuamente por una serie anular de regiones espaciadoras 260 que se extienden longitudinalmente a lo largo de la pared lateral 256 en una dirección entre el borde superior 208 y el extremo inferior 272 para proporcionar áreas de refuerzo 258 y regiones espaciadoras 260 alternas alrededor de la pared lateral anular 256. Las áreas de refuerzo 258 comprenden espuma celular expandida de una primera densidad y las regiones espaciadoras 260 comprenden espuma celular expandida de una segunda densidad, donde la primera densidad es mayor que la segunda densidad. La espuma celular expandida en las áreas de refuerzo 258 típicamente tiene una menor concentración de huecos celulares que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras 260; y/o una distribución de tamaño más uniforme de los huecos celulares que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras 260; y/o un tamaño promedio más pequeño de huecos celulares que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras 260.
- En la taza resultante 250, la espuma expandida de baja densidad ha permanecido en los nervios mayor y menor 212, 214 que estaban presentes en la preforma 200. Los valles 216 de la preforma 200 se expanden desde el fondo del valle, definido por la capas sólida exterior 240 del valle 216, hasta un punto más alto que los nervios mayores y menores adyacentes 212, 214. Sin embargo, sorprendentemente se crea una espuma de mayor densidad entre los nervios mayores y menores 212, que se cree que tiene una alta densidad porque no se ha producido ninguna expansión de la espuma durante el preformado en los valles 216.
- En la pared de base circular 204 de la preforma, la estructura se retiene sustancialmente en la base de taza final, aunque puede haber alguna expansión menor de las regiones no expandidas anteriormente. La zona de transición anular 218 entre el borde superior anular 208 y los extremos superiores de los nervios longitudinales 210 y los valles 216 permanece compuesta por material termoplástico no expandido en la taza 250.
- Como se muestra en particular en la figura 13, la taza resultante tiene una superficie circunferencial exterior 252 ligeramente ondulada y una superficie circunferencial interior 254 sustancialmente lisa para la pared lateral 256. La pared lateral 256 comprende espuma celular expandida 257. La superficie circunferencial exterior 252 tiene superficies ligeramente más altas en la ubicación de los valles 216 de la preforma 200. Sin embargo, la optimización de la concentración del agente espumante, el tiempo de enfriamiento y la temperatura de la preforma al retirarla del molde de inyección se pueden manipular para lograr una superficie circunferencial exterior 252 sustancialmente lisa.
- Como también se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 5, la densidad de la espuma varía alrededor de la circunferencia de la pared lateral 256, alternando entre áreas de densidad relativamente alta 258, constituyendo las

áreas de refuerzo 258, correspondiente a la ubicación de los valles 216 de la preforma 200, y áreas de densidad relativamente baja 260, constituyendo las regiones espaciadoras 260, correspondientes a la ubicación de los nervios longitudinales 210 de la preforma 200. Las áreas de refuerzo alternas 258 y las regiones espaciadoras 260 alrededor de la pared lateral anular 256 proporcionan que cada área de refuerzo 258 esté ubicada entre regiones espaciadoras opuestas 260 y cada región espaciadora 260 esté ubicada entre áreas de refuerzo opuestas 258.

Las áreas de baja densidad 260 comprenden primeras áreas de baja densidad 260a correspondientes a la ubicación de los nervios longitudinales mayores 212 de la preforma 200 y segundas áreas de baja densidad 260b correspondientes a la ubicación de los nervios longitudinales menores 214 de la preforma 200, siendo la densidad de la espuma ligeramente mayor en las segundas áreas de baja densidad 260b que en las primeras áreas de baja densidad 260a, pero en cada caso la densidad de la espuma es menor que en las áreas de densidad relativamente alta 258, correspondiente a la ubicación de los valles 216. En la realización alternativa donde los nervios longitudinales 210 tienen las mismas dimensiones, las áreas de baja densidad 260 tienen las mismas dimensiones y propiedades y se alternan con las áreas de alta densidad 258.

Las regiones espaciadoras 260 comprenden primera y segunda regiones espaciadoras 260a, 260b, teniendo las primeras regiones espaciadoras 260a una anchura mayor, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular 256, que las segundas regiones espaciadoras 260b. La primera y segunda regiones espaciadoras 260a, 260b comprenden espuma celular expandida y la espuma celular expandida de las primeras regiones espaciadoras 260a tiene una densidad menor que la espuma celular expandida de las segundas regiones espaciadoras 260b. La primera y segunda regiones espaciadoras 260a, 260b se alternan alrededor de la pared lateral anular 256. Las áreas de refuerzo alternas 258 y la primera y segunda regiones espaciadoras 260a, 260b alrededor de la pared lateral anular proporcionan una secuencia repetida de un área de refuerzo 258, una primera región espaciadora 260a, un área de refuerzo 258 y una segunda región espaciadora 260b.

Las áreas de refuerzo 258 tienen una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular, de 0,5 a 3 mm, opcionalmente de 0,75 a 2 mm. Las regiones espaciadoras 260 tienen una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular, de 0,5 a 10 mm opcionalmente de 0,5 a 4 mm, además opcionalmente de 0,75 a 3 mm. La pared lateral tiene un espesor de 0,5 a 4 mm, opcionalmente de 1 a 3 mm.

Como se ha descrito anteriormente, en la pared de base circular 204 de la preforma, la estructura se retiene sustancialmente en la base de taza final, aunque puede haber alguna expansión menor de las regiones no expandidas anteriormente. Por lo tanto, en el artículo hueco o taza 250, la pared de base 204 comprende una región de puerta central 280, un primer anillo anular 282 de espuma celular expandida que rodea la región de puerta 280 y una pluralidad de primeros elementos radiales 284 de espuma celular expandida que se extienden radialmente hacia afuera hacia la pared lateral 256. Los primeros elementos radiales 284 están separados entre sí por primeros segmentos 286 de material plástico no expandido. La pared de base 204 comprende además un segundo anillo anular 288 de espuma celular expandida que rodea y conecta con los extremos radialmente exteriores 290 de, la pluralidad de primeros elementos radiales 284 y una pluralidad de segundos elementos radiales 292 de espuma celular expandida se extienden radialmente hacia afuera hacia la pared lateral 256. Los segundos elementos radiales 292 están separados entre sí por segundos segmentos 294 de material plástico no expandido. Los extremos radialmente exteriores 296 de la pluralidad de segundos elementos radiales 294 de espuma celular expandida se conectan con la pared lateral 256, en particular conectan con una respectiva región espaciadora 260, típicamente la primera región espaciadora 260a, en la pared lateral 256.

El material plástico no expandido en la pared de base 204 tiene típicamente un espesor de 0,25 a 0,75 mm, opcionalmente de 0,25 a 0,5 mm. La espuma celular expandida de material plástico en la pared de base 204 tiene típicamente un espesor de 0,5 a 1,75 mm, opcionalmente de 0,5 a 1,25 mm.

El artículo hueco 250 comprende además al menos un pie 298 que se extiende hacia abajo desde el extremo inferior 272 de la pared lateral 256 y define al menos una superficie inferior 300 que está ubicada más abajo que una superficie inferior 302 de la pared base 204. Preferentemente, el al menos un pie 298 comprende un único pie anular 298 que tiene una única superficie inferior anular 300 y comprende material plástico no expandido que está moldeado integralmente con la pared lateral 256 y la pared de base 204 y tiene una altura de 1,5 a 4 mm, opcionalmente de 1,75 a 3 mm.

La densidad de espuma alterna y repetida alrededor de la taza 250 se muestra en las figuras 13 y 14. La estructura de espuma resultante, de áreas alternas de espuma celular expandida de alta/baja densidad alrededor de la circunferencia de la taza, proporciona una alta capacidad de carga de la taza cuando se carga en dirección longitudinal; en otras palabras, la taza tiene una alta resistencia a ser aplastada por una fuerza aplicada a lo largo del eje longitudinal de la taza. Las áreas alternas de espuma celular expandida de alta/baja densidad se extienden longitudinalmente a lo largo de la pared lateral, de modo que las áreas de alta densidad 258 constituyan nervios de refuerzo longitudinales separadas por áreas longitudinales de espuma de menor densidad 260a, 260b. Esta resistencia al aplastamiento longitudinal se duplica sustancialmente en comparación con una pared lateral de espuma de un espesor correspondiente pero con una densidad de espuma constante alrededor de la circunferencia de la taza. La taza también tiene una rigidez a la flexión muy alta y una rigidez periférica muy alta en la pared lateral, lo cual se logra con

5 una masa significativamente reducida de material termoplástico en comparación con las paredes laterales de la taza de material termoplástico sin espuma de propiedades estructurales correspondientes. En pocas palabras, la taza espumada de la presente invención puede proporcionar una alta resistencia estructural a una pared lateral usando una cantidad mínima de material termoplástico en una taza que puede formarse a partir de un único material termoplástico.

10 En referencia a las figuras 15 y 18, en las que las dimensiones y los ángulos pueden exagerarse en aras de la claridad de la ilustración, una parte 318 de la pared lateral anular 256 tiene una superficie interior 320 de la estructura de tipo sándwich 322 inclinada en un primer ángulo agudo α con respecto a un eje longitudinal L-L del artículo hueco, en esta realización la taza 250, y una superficie exterior opuesta 324 de la estructura de tipo sándwich 322 inclinada en un segundo ángulo agudo β con respecto al eje longitudinal L-L de la taza 250. De acuerdo con la invención, el segundo ángulo agudo β es mayor que el primer ángulo agudo α .

15 De acuerdo con la invención, el primer y segundo ángulo agudo están cada uno dentro del intervalo de 5 a 8 grados, por ejemplo de 5,5 a 7 grados. De acuerdo con la invención, el segundo ángulo agudo es de 0,1 a 1 grados más alto que el primer ángulo agudo, normalmente, el segundo ángulo agudo es de 0,1 a 0,5 grados más alto que el primer ángulo agudo, por ejemplo, el segundo ángulo agudo es de 0,1 a 0,25 grados mayor que el primer ángulo agudo.

20 En un ejemplo preferido para una taza según la invención, el primer ángulo agudo mide 6 grados y el segundo ángulo agudo mide 6,1 grados.

25 La diferencia entre el primer y segundo ángulo agudo se logra proporcionando que la estructura de tipo sándwich 322 de la parte 318 de la pared lateral 256 tenga un espesor en un extremo superior 310 de la estructura de tipo sándwich 322 que sea mayor que un espesor en un extremo inferior 312 de la estructura de tipo sándwich 322.

En la realización ilustrada, la parte 318 de la pared lateral anular 256 se extiende alrededor de toda la pared lateral anular 256.

30 En la realización ilustrada, y en realizaciones preferidas, la pared lateral anular 256 tiene una circunferencia circular. Con tal forma, las superficies interior y exterior 320, 324 de la estructura de tipo sándwich 322 pueden ser troncocónicas.

35 En la realización ilustrada, y en realizaciones preferidas, la superficie exterior opuesta 324 está ondulada en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal L-L de la taza 250, formando el artículo hueco. Típicamente, la superficie exterior ondulada 324 define una serie de picos y valles alternos, correspondientes a la superficie exterior ondulada 252 mostrada en la figura 13, en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal L-L de la taza 250.

40 En algunas realizaciones, adicionalmente, la superficie interior 320 está ondulada en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal L-L de la taza 250, y las ondulaciones de las superficies exterior e interior 324, 320 tienen al menos una, o ambas, de una forma diferente y dimensiones diferentes en comparación con las ondulaciones de las respectivas superficies interior y exterior opuestas 320, 324. La superficie interior ondulada 320 define preferiblemente una serie de picos y valles alternos en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal L-L de la taza 250.

45 En una realización alternativa, la superficie interior 320 no es ondulada en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal L-L de la taza 250.

50 En todas estas realizaciones, preferiblemente hay un hombro anular dirigido hacia adentro 321 en la superficie interior 323 de la pared lateral 256. El hombro 321 está preferiblemente en o debajo de un extremo superior 325 de la estructura de tipo sándwich 322. El hombro 321 forma una cresta interior, lo que constituye una reducción en el diámetro en la parte de la superficie interior 323 definida por el hombro 321 en comparación con la parte de la superficie interior 323 inmediatamente por encima del hombro 321. El hombro 321 define un anillo de contacto anular contra el cual la superficie exterior 324 de una taza anidad 250 se soporta mediante un punto de contacto alrededor del hombro 321. En la realización ilustrada, el hombro 321 está inmediatamente debajo del anillo anular 218 del material plástico que no está expandido; sin embargo, en otras realizaciones, el hombro 321 puede estar dentro del anillo anular 218 o dentro de la estructura de tipo sándwich 322. Típicamente, el hombro 321 tiene un borde interior curvado 327 que tiene un radio de hasta 0,3 mm, típicamente de 0,1 a 0,3 mm. Esto proporciona una suave cresta anular única con un pequeño radio exterior alrededor del interior del recipiente para que los picos de la superficie exterior ondulada 324 hagan contacto. Si la superficie interior 322 también es ondulada, preferiblemente estas ondulaciones están debajo del hombro 321 que forma una suave cresta anular única.

65 Preferentemente, al menos una parte de área de la estructura de tipo sándwich 322 de las capas interior y exterior 254, 252 y la capa integral de espuma celular expandida 257 entre ellas, y opcionalmente toda la parte de sándwich, tiene una densidad que oscila entre el 27,5 y el 45 %, por ejemplo del 30 al 40 %, de la densidad de las capas interior y exterior no expandidas 254, 252. Preferentemente, el espesor de al menos una parte de área de la estructura de tipo

sándwich 322 se ha expandido, en comparación con el espesor de un material no expandido para formar la estructura de tipo sándwich 322 y que forma las capas interior y exterior no expandidas 254, 252, del 222 al 363 %, por ejemplo del 250 al 333 %.

5 Al disponer que el segundo ángulo agudo sea mayor que el primer ángulo agudo, cuando las tazas plurales 250, que forman los artículos huecos, están anidadas como se muestra en la figura 16, la superficie exterior 324 de una taza anidad interior 250a hace contacto con la superficie interior 320 de una taza anidad exterior 250b en las proximidades del extremo superior 310 de la estructura de tipo sándwich 322. En esta ubicación, indicado por la letra B, el diámetro de la superficie exterior 324 de la taza anidad interior 250a es el mismo que el diámetro de la superficie interior 320 de la taza anidad exterior 250b en las proximidades del extremo superior 310 de la estructura de tipo sándwich 322. Las tazas están anidadas juntas en contacto mutuo en esta ubicación.

15 Debajo de esta ubicación, como se muestra en la letra C, no hay contacto entre la superficie exterior 324 de la taza anidad interior 250a y la superficie interior 320 de la taza anidad exterior 250b. El mínimo contacto superficial entre las tazas anidadas 250 permite separarlas fácilmente. Además, debido a la alta resistencia periférica de las tazas, la taza anidad interior no se empuja excesivamente hacia abajo dentro de la taza anidad exterior porque ninguna de las tazas se deforma fácilmente en dirección radial. En comparación con tazas conocidas, que normalmente requieren estructuras de desanidado, tales como patas u hombros internos moldeados, no se requiere ninguna estructura de desanidado adicional. La taza puede tener una superficie interior relativamente lisa sin esquinas afiladas y aún así proporcionar un peso reducido, alta resistencia, aislamiento térmico uniforme y una alta capacidad de desanidado. No hay una estructura interior dedicada a la eliminación del nido que podría ser anulada inadvertidamente por una presión excesiva de apilamiento.

25 La diferencia angular entre el primer y segundo ángulo agudo es numéricamente pequeña y proporciona una disminución en la pared lateral que no es fácilmente visible para el consumidor, pero proporciona una característica fiable de desanidado cuando se combina con una alta resistencia periférica de las tazas como resultado de la estructura de tipo sándwich en la pared lateral. A medida que la superficie exterior se extiende hacia arriba alejándose de la base, la superficie exterior se estrecha alejándose de la superficie interior. La operación de moldeo descrita anteriormente se puede controlar fácilmente para lograr la conicidad y la diferencia angular entre el primer y segundo ángulo agudo, disponiendo que después de retirar la parte exterior 12 del molde, la superficie circunferencial exterior puede expandirse bajo presión de gas radialmente hacia afuera en mayor grado en el extremo superior de la pared lateral en comparación con el extremo inferior de la pared lateral.

35 En la realización ilustrada, la superficie exterior de la taza 250 está ondulada y esto proporciona un contacto discontinuo entre las superficies interior y exterior de las tazas apiladas adyacentes. El contacto discontinuo es una serie de contactos puntuales alrededor de las tazas apiladas en la ubicación C. Esto minimiza el contacto superficial y ayuda al desanidado. El contacto discontinuo se puede lograr proporcionando a cada taza una superficie ondulada exterior y una superficie no ondulada interior, por ejemplo, una superficie lisa sin cambios locales con respecto a la forma bruta de la forma y dimensiones internas de la taza. Como alternativa, el contacto discontinuo puede lograrse proporcionando a cada taza una superficie ondulada exterior y una superficie ondulada interior, teniendo las superficies interior y exterior ondulaciones que difieren en forma y/o dimensiones.

45 La rigidez de la taza formada usando las realizaciones preferidas de la presente invención es muy superior a cualquier otra taza de uso limitado actualmente en el mercado. La taza comprende típicamente un polímero termoplástico que puede tener una alta cristalinidad tanto en la parte espumada como en la no espumada y, por lo tanto, tiene una alta estabilidad térmica. Por lo tanto, la taza preferida de la presente invención es apta para lavavajillas y microondas, y puede reutilizarse ilimitadamente.

50 La presente invención puede proporcionar un artículo hueco de alta resistencia con una alta relación entre el volumen y el peso. Por ejemplo, una proporción entre el volumen de la cavidad hueca central, en cm^3 y la masa del artículo hueco, en g, es de 2 al 3.

55 El material termoplástico de la taza 250 de la realización ilustrada tiene un volumen expandido (es decir, el volumen de material de la taza final) de $55,6 \text{ cm}^3$ y, en comparación con la preforma que tiene un volumen no expandido de 26 cm^3 , esto representa una expansión de aproximadamente el 110 % entre la taza y la preforma que se produce fuera del molde de inyección como resultado de una expansión significativa circunferencialmente hacia afuera de los valles 216 y una expansión reducida circunferencialmente hacia afuera de los nervios longitudinales 210 para formar la pared lateral de espuma 256 de la taza 250.

60 Típicamente, el cambio volumétrico desde la taza preformada intermedia hasta la taza final completamente expandida es de aproximadamente 2,1:1, pero esta relación puede variarse fácilmente mediante diseño y control del proceso para que esté dentro del intervalo de 1,5:1 a 3:1.

65 En la realización ilustrada de las figuras 9 a 18 se forma una taza de café típica. Sin embargo, la presente invención se puede emplear para producir un recipiente hueco que tenga una altura tan baja como aproximadamente 10 mm, por ejemplo formando una bandeja, o un recipiente de boca ancha tal como una tina, por ejemplo una tina para

alimentos fríos o calientes, por ejemplo, comida para llevar, alimentos para cocinar-enfriar o alimentos listos para comer. Por lo tanto, el artículo hueco de la presente invención puede tener forma de taza, una tina, una olla o un cubo. Tal tina, olla o cubo pueden tener cualquier volumen interno.

- 5 En las realizaciones ilustradas de los artículos huecos de la presente invención, la pared lateral anular tiene una circunferencia circular. Sin embargo, en realizaciones alternativas de los artículos huecos de la presente invención, la pared lateral anular puede tener una circunferencia no circular, por ejemplo, una circunferencia poligonal, tal como proporcionando una sección transversal cuadrada, rectangular o triangular en vista en planta. Un artículo hueco con una circunferencia poligonal puede proporcionar que las superficies interior y exterior de la estructura de tipo sándwich
- 10 tengan una pluralidad de caras sustancialmente planas.

Diversas modificaciones a las realizaciones ilustradas resultarán evidentes para los expertos en la técnica y están destinadas a incluirse dentro del alcance de la presente invención que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo hueco (250) para su uso como taza para bebidas, o como recipiente, teniendo el artículo hueco (250) una pared lateral anular (256) y una pared base (204) que define una cavidad hueca central (270), un borde superior (208) de la pared lateral (256) y un extremo inferior (272) de la pared lateral (256), donde la pared lateral anular (256) comprende un material plástico compuesto por una estructura de tipo sándwich (322) de las capas interior y exterior (254, 252) y una capa integral de espuma celular expandida (257) entre ellas, donde una superficie interior (320) de la estructura de tipo sándwich (322) está inclinada en un primer ángulo agudo (α) con respecto a un eje longitudinal (L-L) del artículo hueco (250) y una superficie exterior opuesta (324) de la estructura de tipo sándwich (322) está inclinada en un segundo ángulo agudo (β) con respecto al eje longitudinal (L-L) del artículo hueco (250), donde el segundo ángulo agudo (β) es mayor que el primer ángulo agudo (α) de modo que la estructura de tipo sándwich (322) tiene un espesor en un extremo superior (310) de la estructura de tipo sándwich (322) que es mayor que un espesor en un extremo inferior (312) de la estructura de tipo sándwich (322), caracterizándose dicho artículo hueco por que:
- el primer y segundo ángulo agudo (α , β) están cada uno dentro del intervalo de 5 a 8 grados y el segundo ángulo agudo (β) es de 0,1 a 1 grados mayor que el primer ángulo agudo (α).
2. Un artículo hueco de acuerdo con la reivindicación 1, donde la superficie exterior (252, 324) es ondulada y define una serie de picos y valles alternos en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal (L-L) del artículo hueco (250).
3. Un artículo hueco de acuerdo con la reivindicación 2, donde (I) la superficie interior (254, 320) es ondulada y define una serie de picos y valles alternos en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal (L-L) del artículo hueco (250), teniendo los picos y valles alternos de las superficies exterior e interior (254, 320; 252, 324) al menos uno, o ambos, de una forma diferente y dimensiones diferentes en comparación con los picos y valles alternos de las respectivas superficies interior y exterior opuestas (252, 324; 254, 320) o (II) la superficie interior no es ondulada y no define una serie de picos y valles alternos en una dirección que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje longitudinal (L-L) del artículo hueco (250).
4. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde (I) el segundo ángulo agudo (β) es de 0,1 a 0,5 grados mayor que el primer ángulo agudo, opcionalmente de 0,1 a 0,25 grados mayor que el primer ángulo agudo y/o (II) el primer y segundo ángulo agudo están cada uno dentro del intervalo de 5,5 a 7 grados.
5. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un hombro anular dirigido hacia adentro (321) está ubicado en una superficie interior (323) de la pared lateral (256), formando el hombro (321) una cresta interior, que constituye una reducción de diámetro en la parte de la superficie interior (323) definida por el hombro (321) en comparación con la parte de la superficie interior (323) inmediatamente encima del hombro (321), definiendo el hombro (321) un anillo de contacto anular contra el cual la superficie exterior (324) de un recipiente anidado (250) se apoya mediante un punto de contacto alrededor del hombro (321), opcionalmente (i) donde el hombro (321) tiene un borde interior curvado (327) que tiene un radio de hasta 0,3 mm, o de 0,1 a 0,3 mm; (ii) el hombro (321) está en o debajo de un extremo superior (325) de la estructura de tipo sándwich (322); y/o (iii) el hombro (321) define una cresta anular única suave alrededor del interior del recipiente (250).
6. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la capa de espuma celular expandida (257) comprende una serie anular de áreas de refuerzo (258) que se extienden longitudinalmente a lo largo de la pared lateral (256) en una dirección entre el borde superior (208) y el extremo inferior (272), estando las áreas de refuerzo (258) separadas mutuamente por una serie anular de regiones espaciadoras (260) que se extienden longitudinalmente a lo largo de la pared lateral (256) en una dirección entre el borde superior (208) y el extremo inferior (272) para proporcionar áreas de refuerzo (258) y regiones espaciadoras alternas (260) alrededor de la pared lateral anular (256), donde las áreas de refuerzo (258) comprenden espuma celular expandida de una primera densidad y las regiones espaciadoras (260) comprenden espuma celular expandida de una segunda densidad, donde la primera densidad es mayor que la segunda densidad.
7. Un artículo hueco de acuerdo con la reivindicación 6, donde (i) la espuma celular expandida en las áreas de refuerzo (258) tiene una menor concentración de huecos celulares que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras (260); y/o (ii) la espuma celular expandida en las áreas de refuerzo (258) tiene una distribución de tamaño de huecos celulares más uniforme que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras (260); y/o (iii) donde la espuma celular expandida en las áreas de refuerzo (258) tiene un tamaño promedio de huecos celulares más pequeño que la espuma celular expandida en las regiones espaciadoras (260).
8. Un artículo hueco de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, donde las áreas de refuerzo (258) y regiones espaciadoras (260) alternas alrededor de la pared lateral anular (256) proporcionan que cada área de refuerzo (258) esté ubicada entre regiones espaciadoras opuestas (260) y cada región espaciadora (260) esté ubicada entre áreas de refuerzos opuestas (258).
9. Un artículo hueco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, donde las regiones espaciadoras

- (260) comprenden primera y segunda regiones espaciadoras (260a, 260b), teniendo las primeras regiones espaciadoras (260a) una anchura mayor, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular (256), que las segundas regiones espaciadoras (260b), opcionalmente donde (i) la primera y segunda regiones espaciadoras (260a, 260b) comprenden espuma celular expandida, y la espuma celular expandida de la primera las regiones espaciadoras (260a) tiene una densidad menor que la espuma celular expandida de las segundas regiones espaciadoras (260b) y/o (ii) la primera y segunda regiones espaciadoras (260a, 260b) se alternan alrededor de la pared lateral anular (256) y la las áreas de refuerzo alternas (258) y la primera y segunda regiones espaciadoras (260a, 260b) alrededor de la pared lateral anular (256) proporcionan una secuencia repetida de un área de refuerzo (258), una primera región espaciadora (260a), un área de refuerzo (258) y una segunda región espaciadora (260b).
10. Un artículo hueco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, donde las áreas de refuerzo (258) tienen una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular (256), de 0,5 a 3 mm, opcionalmente de 0,75 a 2 mm.
11. Un artículo hueco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, donde las regiones espaciadoras (260) tienen una anchura, en una dirección circunferencial alrededor de la pared lateral anular (256), de 0,5 a 10 mm opcionalmente de 0,5 a 4 mm, además opcionalmente de 0,75 a 3 mm.
12. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la pared lateral (256) tiene un espesor de 0,5 a 4 mm, opcionalmente de 1 a 3 mm.
13. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el borde superior (208) comprende un anillo anular de espuma celular expandida, opcionalmente donde el borde superior (208) está separado de un borde superior de la estructura de tipo sándwich (322) por un anillo anular (218) del material plástico que no está expandido.
14. Un artículo hueco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que es una taza para bebidas o recipiente para alimentos compuesto por un único material termoplástico reciclable, opcionalmente donde el material termoplástico es un polímero que comprende una poliolefina o una mezcla de una pluralidad de poliolefinas, además opcionalmente polietileno o polipropileno; o un poliéster, además opcionalmente tereftalato de polietileno o tereftalato de polibutileno; o ácido poliláctico.
15. Un artículo hueco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 que tiene forma de una tina, una olla o un cubo.

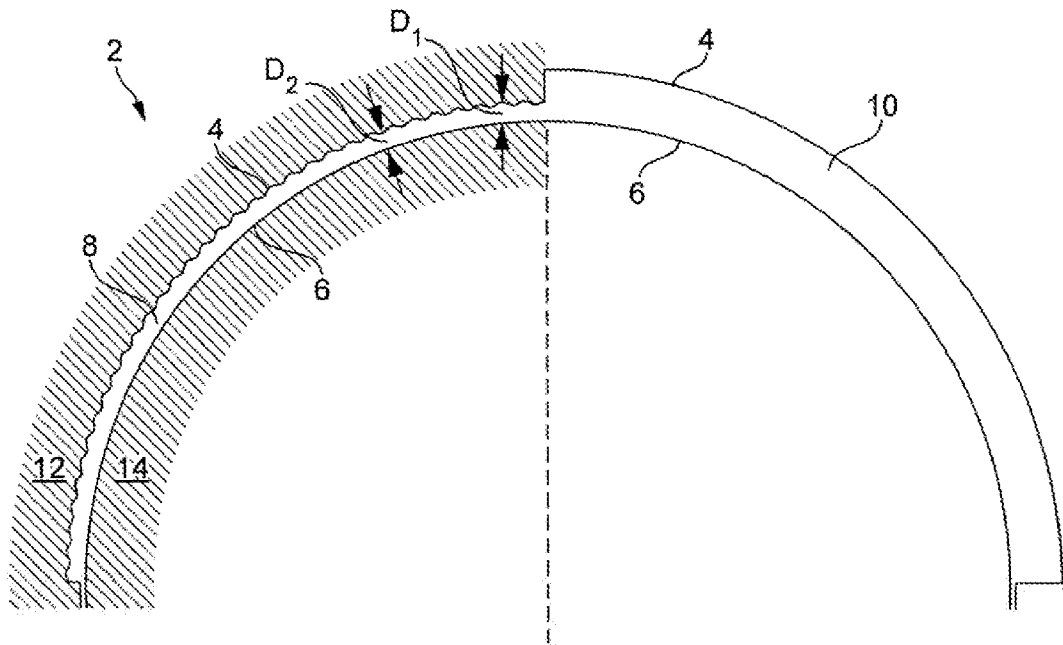


FIG. 1

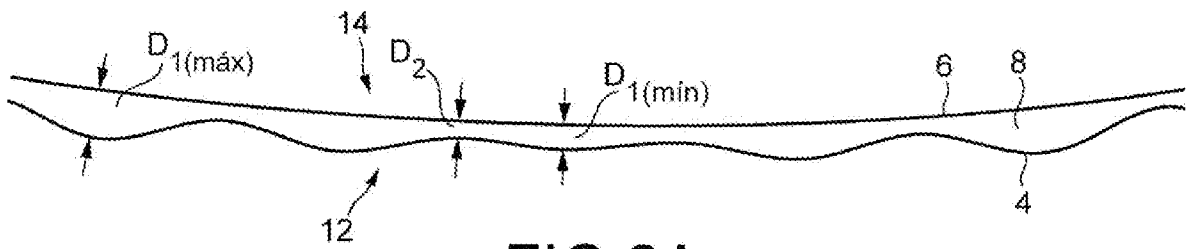


FIG. 2A

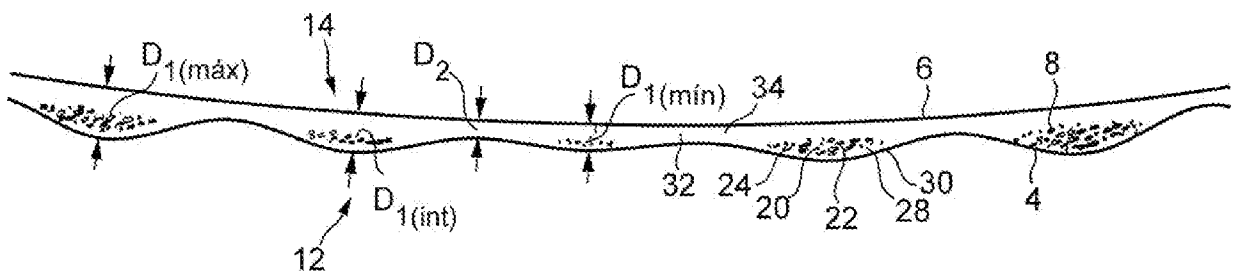


FIG. 2B

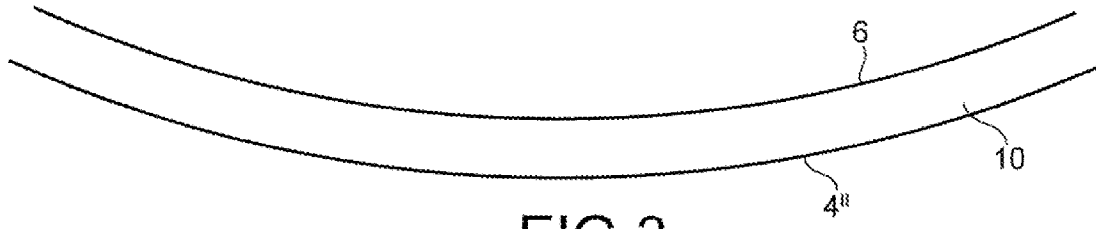


FIG. 3

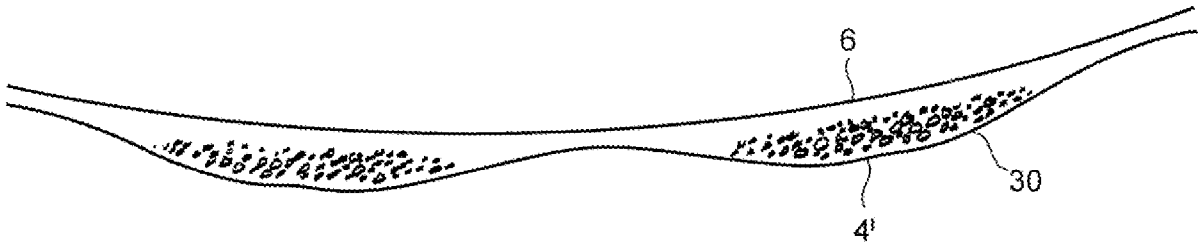


FIG. 4A

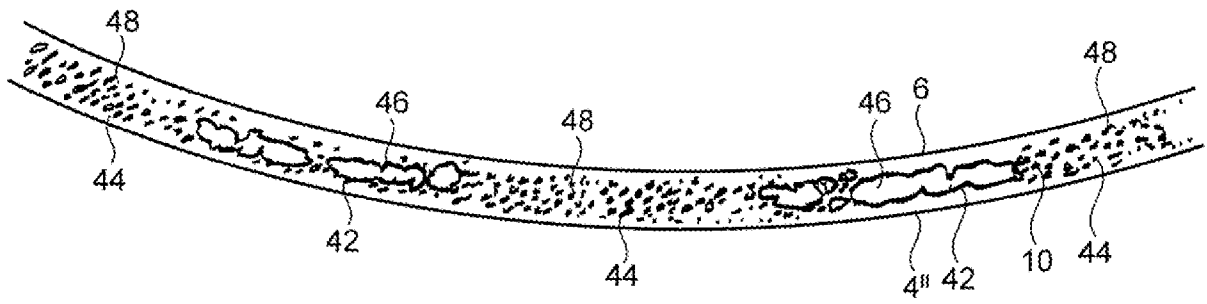


FIG. 4B

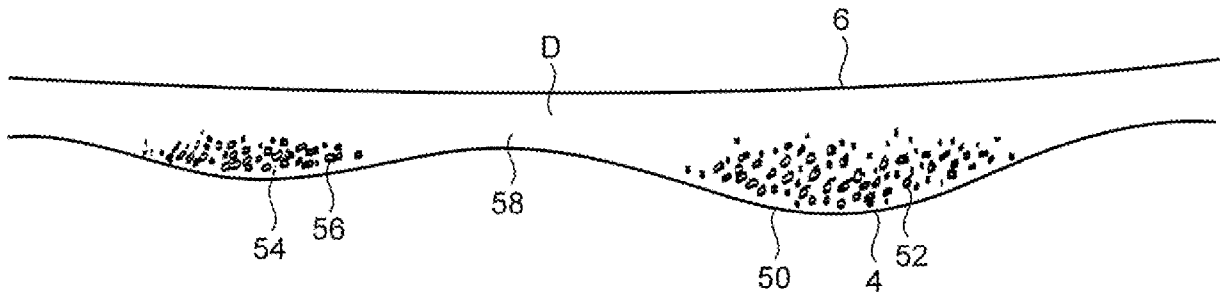


FIG.5

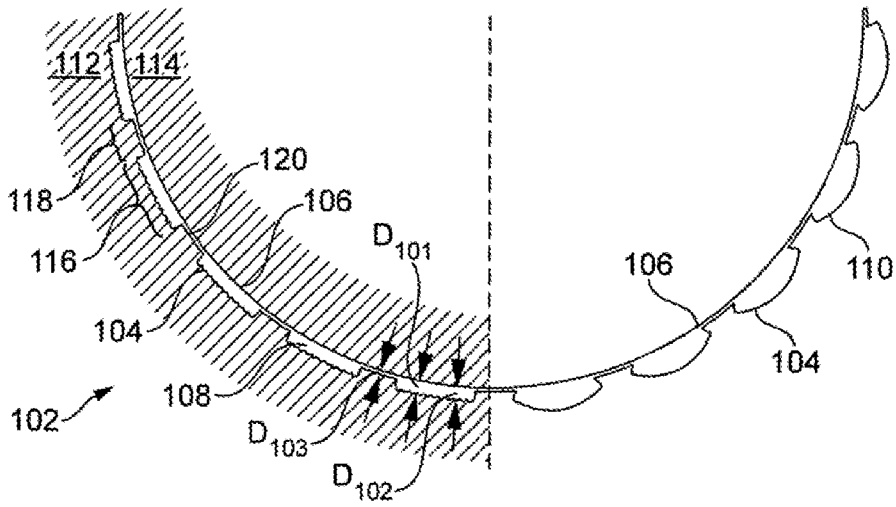


FIG. 6

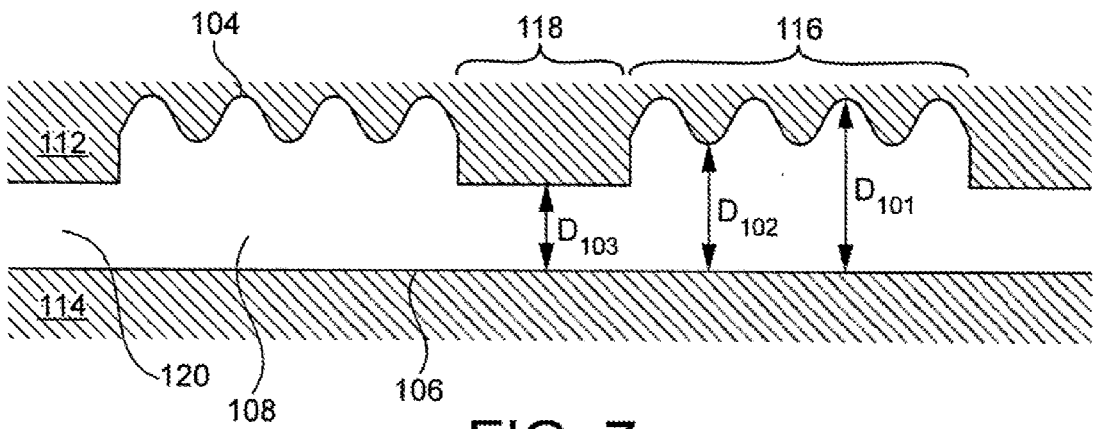


FIG. 7

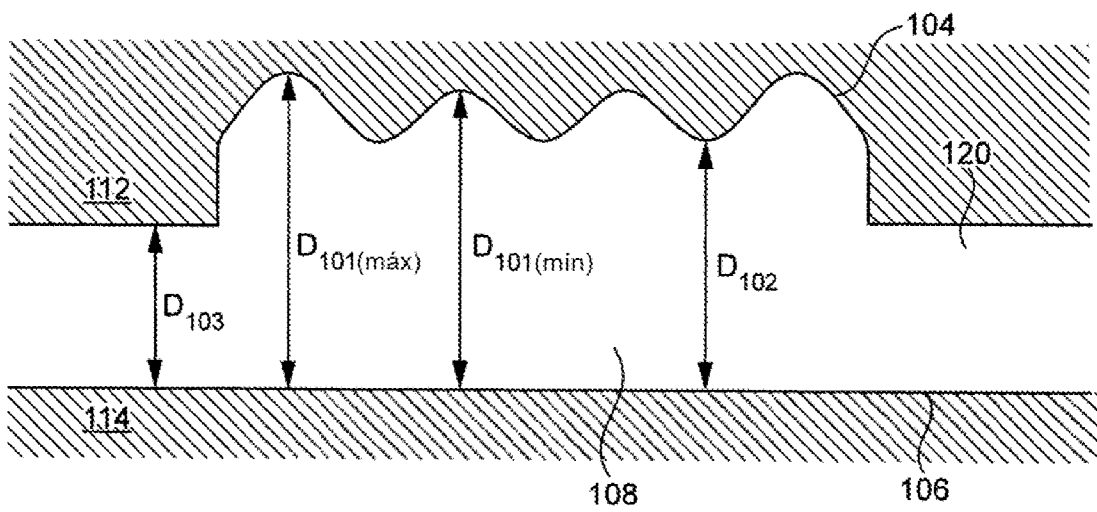


FIG. 8

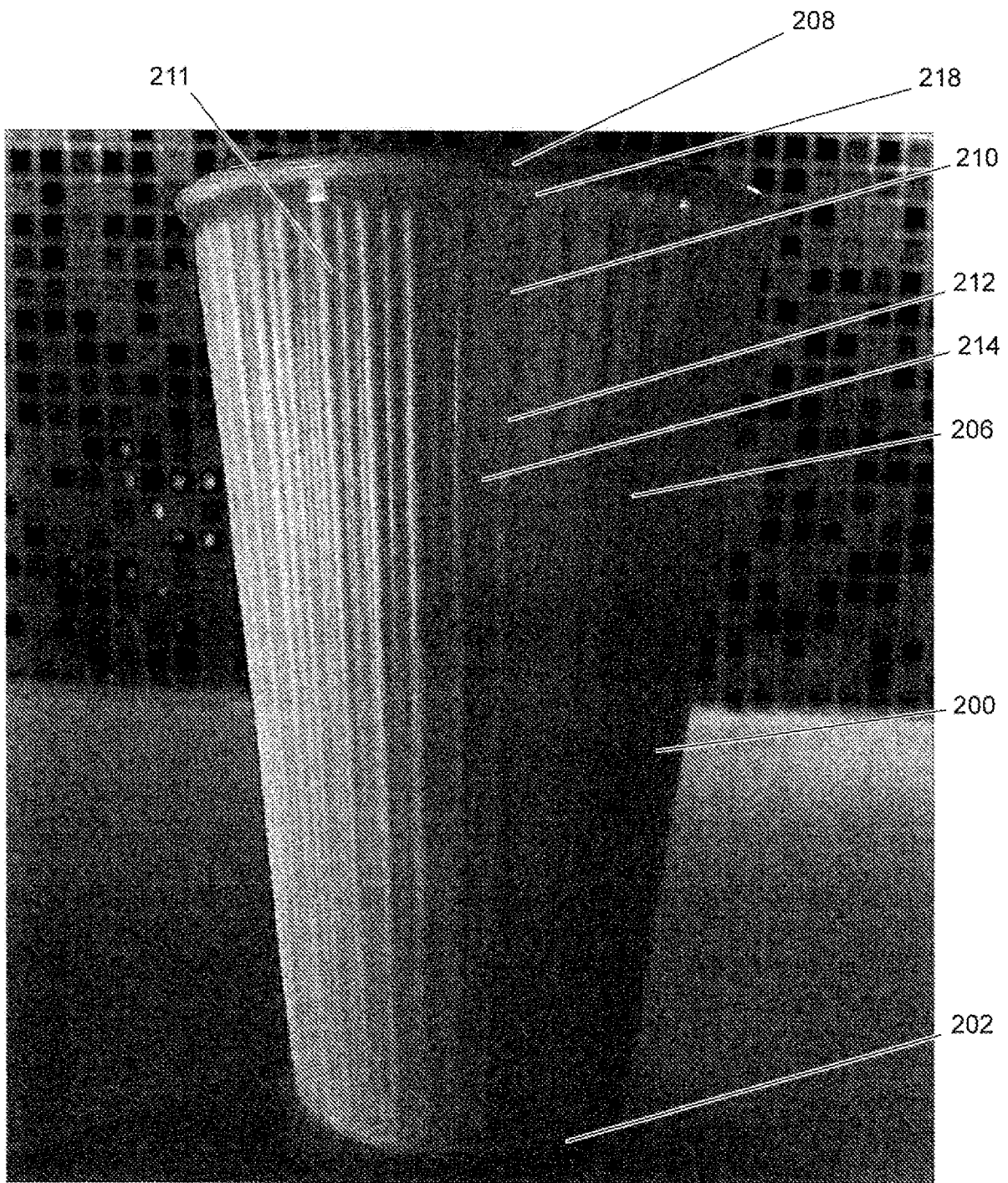


FIG. 9

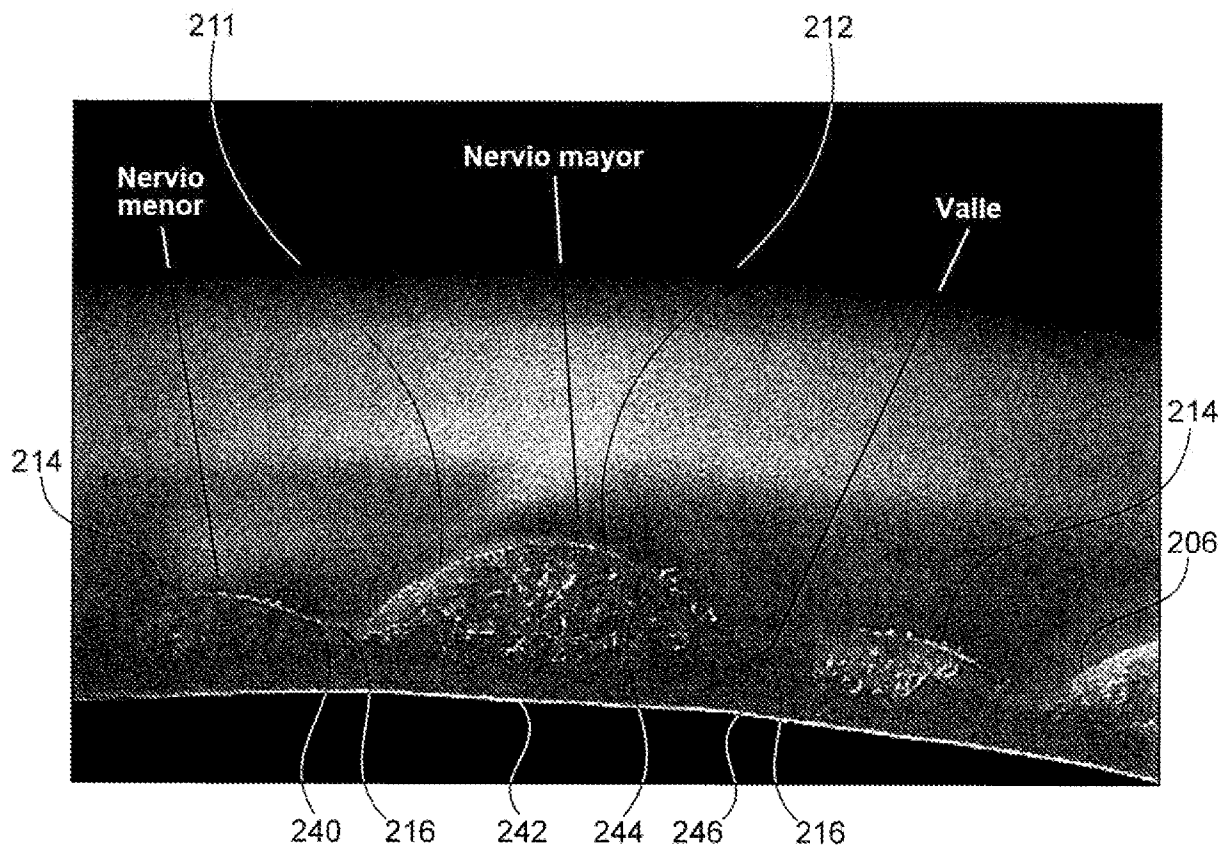


FIG. 10

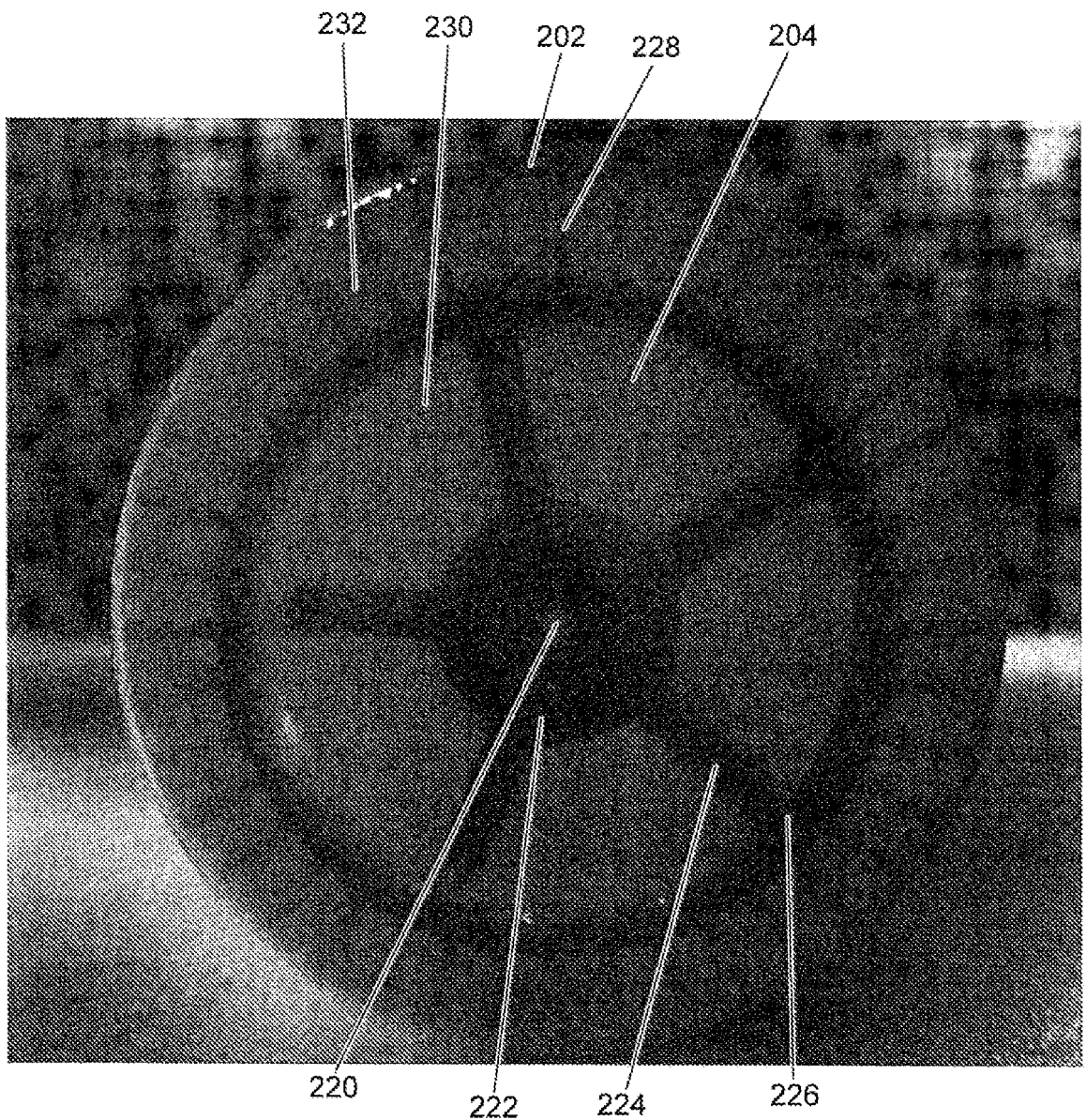


FIG. 11

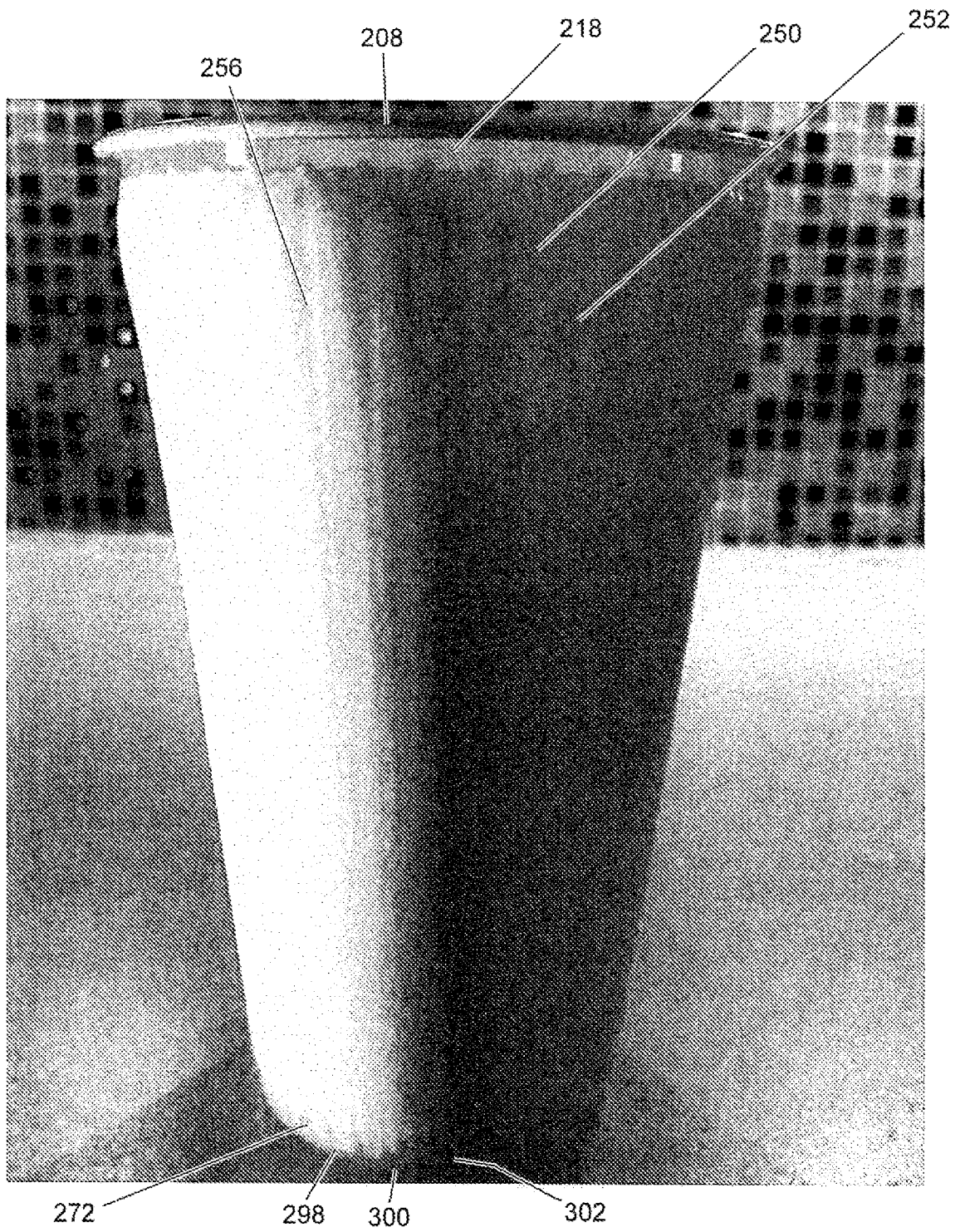


FIG. 12

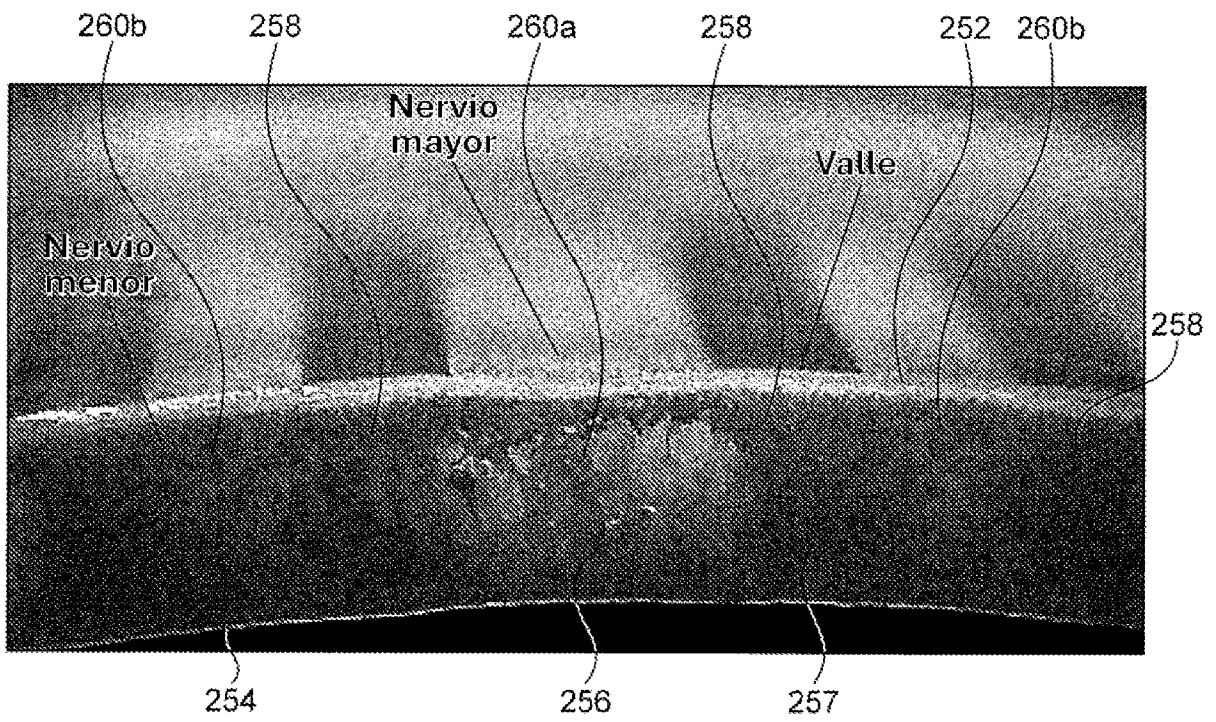


FIG. 13

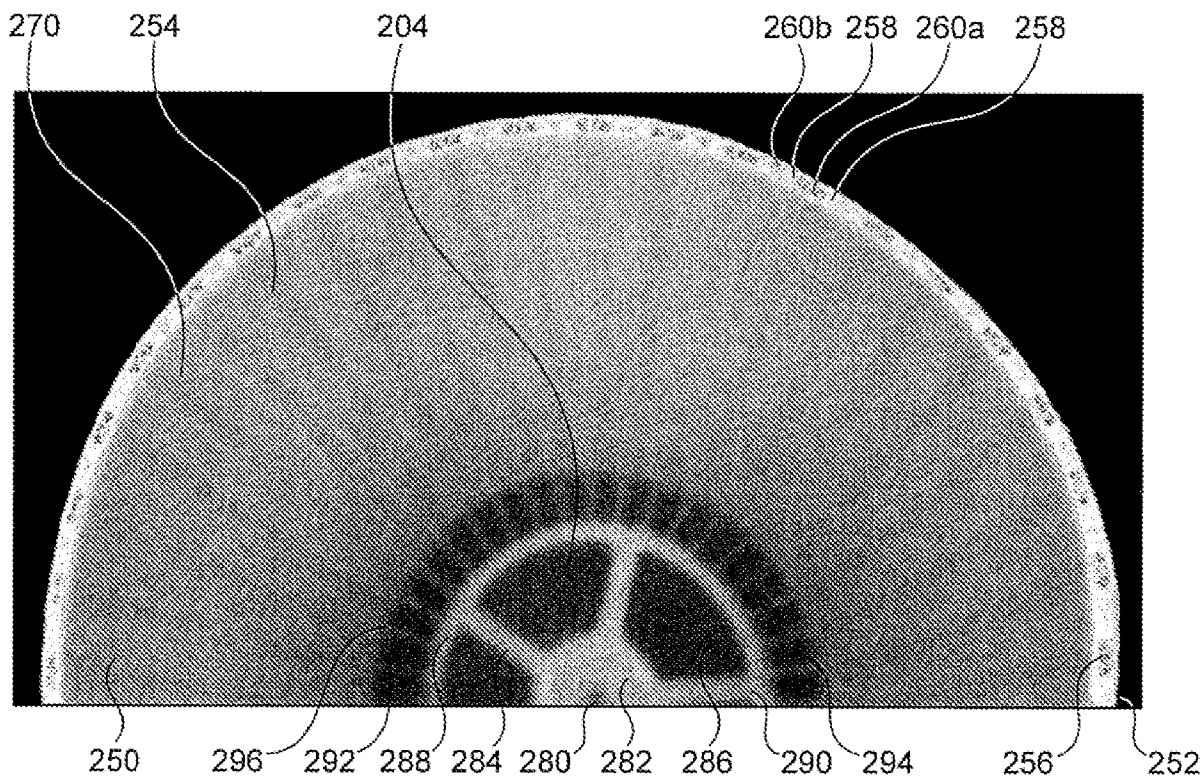


FIG. 14

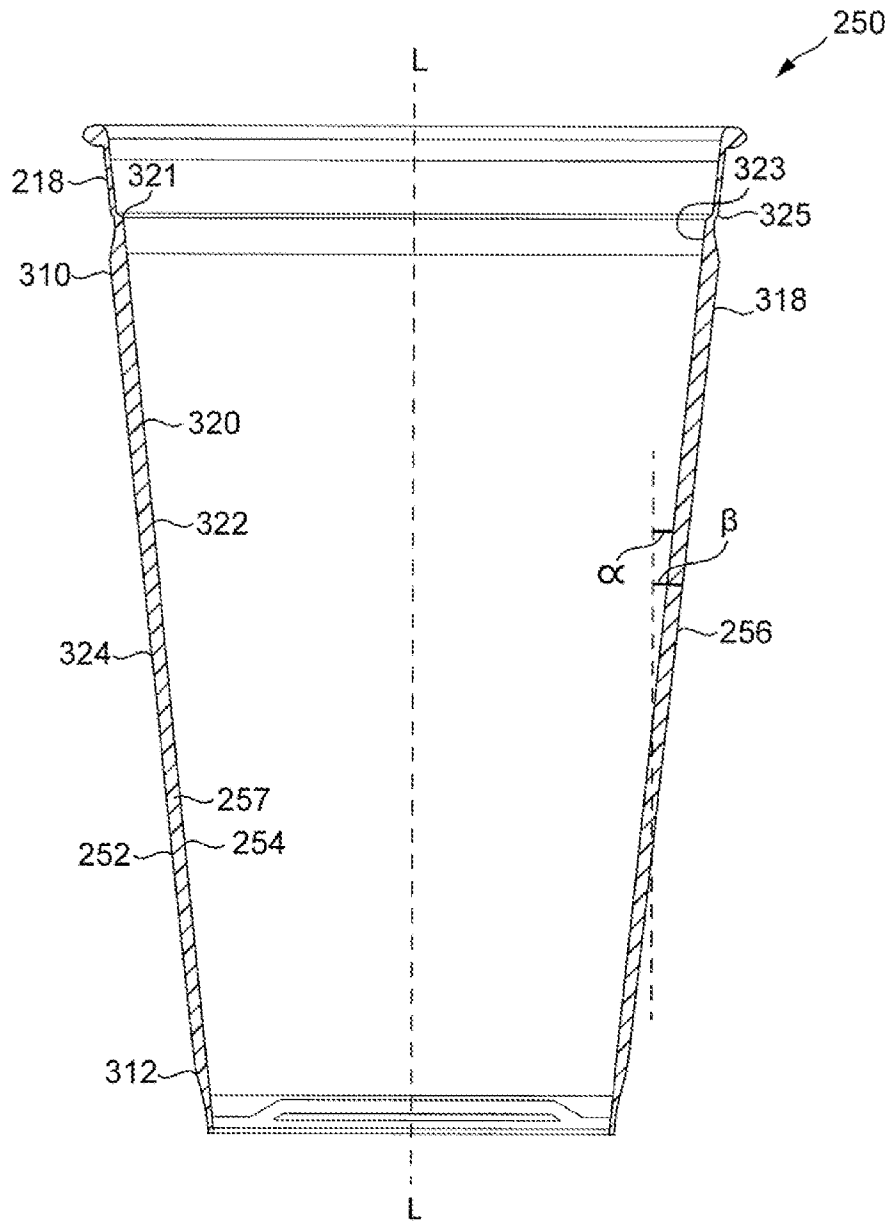


FIG. 15

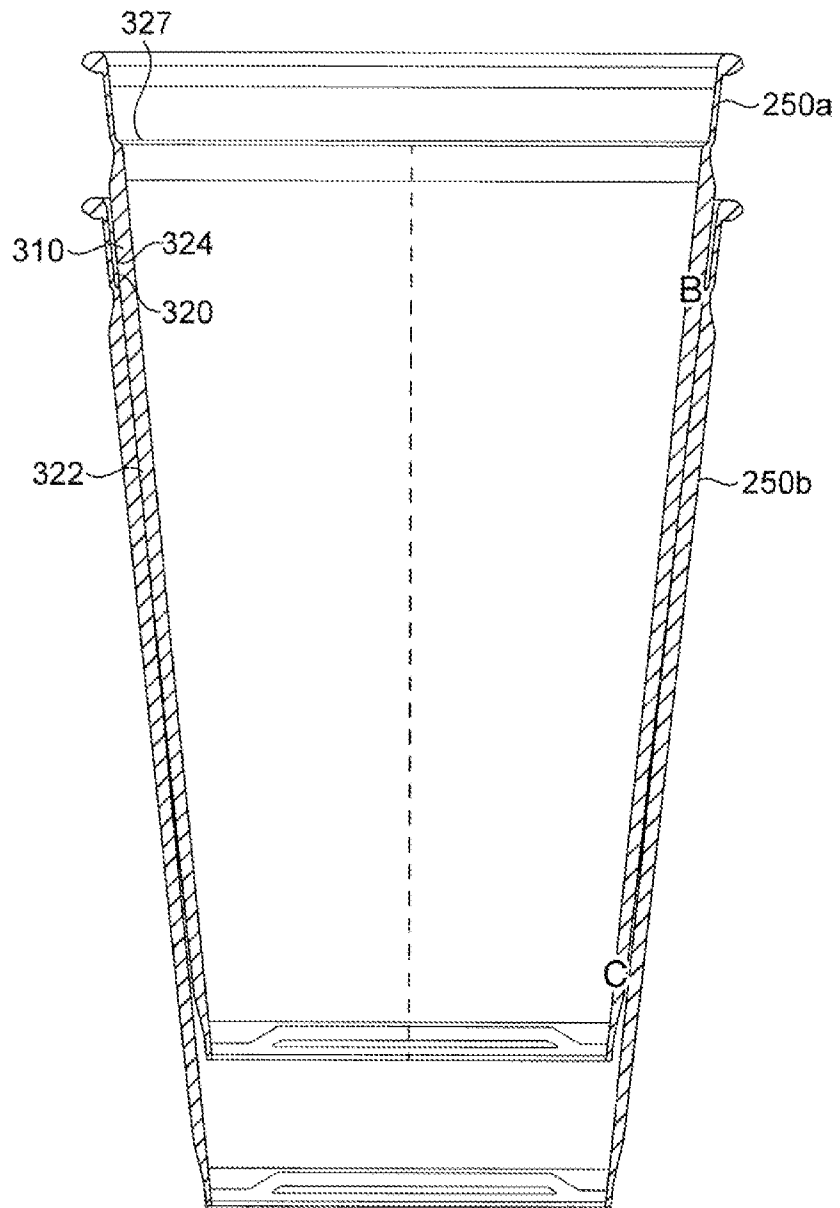


FIG. 16

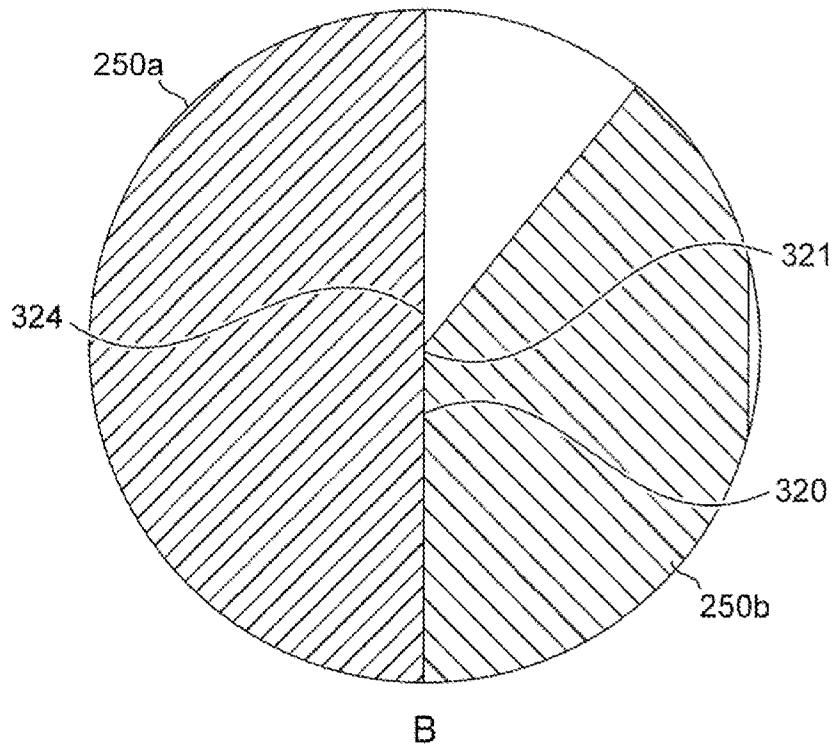


FIG. 17

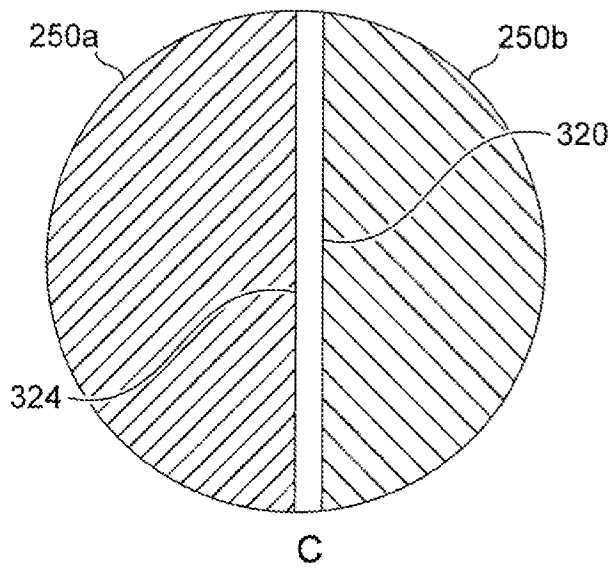


FIG. 18