

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 452**

51 Int. Cl.:

B65D 1/12 (2006.01)

B65D 79/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2015** **PCT/US2015/029659**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015** **WO15171876**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2015** **E 15722897 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2024** **EP 3140205**

54 Título: **Recipiente de plástico con parte de base flexible**

30 Prioridad:

07.05.2014 US 201461990048 P

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

14.11.2024

73 Titular/es:

MILACRON LLC (100.0%)
10200 Alliance Road, Suite 200
Cincinnati, OH 45242, US

72 Inventor/es:

SWANSON, PAUL, M.;
SABIN, DOUGLAS, G. y
JALBERT, ADRIENNE, MURPHY

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 987 452 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

Recipiente de plástico con parte de base flexible

5 **Solicitud relacionada**

La presente solicitud reivindica la prioridad y los derechos respecto a la solicitud de patente provisional US n.º 61/990,048 presentada el 7 de mayo de 2014.

10 **Campo**

La invención se refiere a recipientes de plástico utilizados para contener alimentos, bebidas, productos farmacéuticos y nutracéuticos. En particular, la invención se refiere a recipientes de plástico moldeados que presentan unas configuraciones de base flexible para el procesamiento en retorta.

15 **Antecedentes**

Los recipientes utilizados para contener alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, nutracéuticos, etc. pueden someterse a un proceso de esterilización en retorta. En tal proceso, se llena un recipiente con producto (por ejemplo, alimentos) a una temperatura elevada y luego se sella. Después del sellado, el recipiente se calienta adicionalmente para esterilizar el contenido del recipiente durante el proceso en retorta. Los cambios en las temperaturas y la presión durante el proceso en retorta hacen que el recipiente experimente una variedad de presiones diferenciales positivas y negativas durante el proceso. Por ejemplo, el calentamiento del recipiente sellado aumenta la presión interna del recipiente. Durante el proceso en retorta, la presión dentro del recipiente puede alcanzar niveles superiores a 30 psig. Después de la esterilización, el recipiente se enfría y la presión interna del recipiente disminuye y puede descender por debajo de una presión ambiente externa al recipiente. Los recipientes sometidos a menudo a un proceso en retorta incluyen, por ejemplo, recipientes metálicos, tales como latas metálicas de doble costura. Las latas metálicas están diseñadas para soportar las presiones de gradiente positivo y negativo significativas que pueden experimentarse durante un proceso en retorta. Por ejemplo, las paredes laterales de latas metálicas pueden incluir crestas que rodean la lata, conocidas como rebordes, que ayudan en la prevención de la deformación o abolladura lateral cuando la lata experimenta una presión diferencial negativa. Además, las latas metálicas están diseñadas para soportar altas presiones sin abombamiento. Las propiedades mecánicas del metal utilizado para una lata metálica de doble costura no se ven afectadas significativamente por el aumento de temperatura empleado durante un proceso en retorta.

En comparación con el material de una lata metálica de doble costura, los polímeros utilizados para fabricar recipientes de polímero son mucho menos fuertes que los materiales utilizados para fabricar una lata metálica de doble costura (por ejemplo, acero inoxidable), específicamente, presentan un módulo elástico más bajo y son más blandos. Además, las propiedades mecánicas de los polímeros utilizados para fabricar un recipiente de polímero se ven afectadas en gran medida por el aumento de temperatura que se emplearía durante un proceso en retorta. Por ejemplo, el módulo de tracción del polipropileno (PP) cambia en un factor de aproximadamente diez entre 20 °C y 130 °C.

Para recipientes de polímero, la alta temperatura del proceso en retorta y las presiones que acompañan a la misma pueden provocar una deformación por fluencia no deseada del recipiente. Además, la presión diferencial negativa durante diversas partes del proceso en retorta también puede provocar la deformación geométrica de la forma del recipiente. Dichas deformaciones pueden describirse como abombamiento del recipiente o abolladura lateral del recipiente.

Cada uno de los documentos US 2 982 440 A y US 2012/325828 A1 describe un recipiente esterilizable en retorta similar al definido por el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

Sumario

55 La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

Las formas de realización descritas en la presente memoria incluyen, pero no se limitan a, recipientes de plástico que incluyen cada uno una base con una parte flexible (por ejemplo, para su utilización en el procesamiento en retorta), moldes para fabricar recipientes de plástico, métodos para formar recipientes de plástico y métodos para el procesamiento en retorta de recipientes de plástico.

La invención incluye un recipiente de plástico esterilizable en retorta que puede soportar un proceso en retorta sin deformación plástica o deformación geométrica fácilmente evidente o no deseada. El proceso en retorta puede ser un proceso en retorta de vapor saturado, un proceso en retorta de inmersión en agua (estático o giratorio), un proceso en retorta de pulverización de agua (estático o giratorio), un proceso en retorta de vapor-aire (estático o giratorio), o cualquier combinación de los mencionados anteriormente. El proceso en retorta puede realizarse con

una sobrepresión en la cámara de retorta o sin una sobrepresión en la cámara de retorta.

La invención incluye un recipiente de plástico con una pared lateral que define un extremo abierto del recipiente y una base opuesta al extremo abierto que presenta una parte flexible. La parte flexible de la base presenta una configuración inicial. El recipiente con la base en una configuración inicial encierra un volumen inicial cuando se sella. La parte flexible de la base puede desviarse de la configuración inicial a una configuración desplazada dando como resultado un cambio en el volumen interno del recipiente cuando se sella. La desviación de la parte flexible de la base puede ser en respuesta a cambios en la presión diferencial y puede adaptarse completamente o al menos parcialmente a los cambios en la presión diferencial. Tal como se utiliza en la presente memoria, presión diferencial se refiere a una diferencia entre la presión dentro de un recipiente sellado y la presión externa al recipiente sellado. La parte flexible está diseñada para flexionarse y mantener una presión interna que impide que la pared lateral del recipiente se abombe o se abolle lateralmente. Más específicamente, la base flexible puede estar configurada para presentar un intervalo de desviación que permite que el volumen encerrado del recipiente se ajuste para mantener la presión diferencial entre el exterior del recipiente y el interior del recipiente por debajo de la presión diferencial que provocaría que la pared lateral del recipiente colapsara hacia dentro o se abollara lateralmente. En algunas formas de realización, la desviación de la parte flexible actúa reduciendo la presión diferencial positiva, la presión diferencial negativa o ambas, que experimenta el recipiente de plástico durante el procesamiento en retorta.

En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse en respuesta a un diferencial de presión para cambiar un volumen interno del recipiente, cuando se sella, en al menos un 3 % sin deformación de la pared lateral del recipiente. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse en respuesta a un diferencial de presión para cambiar un volumen interno del recipiente, cuando se sella, en al menos un 4 % sin deformación de la pared lateral del recipiente. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse en respuesta a un diferencial de presión para cambiar un volumen interno del recipiente, cuando se sella, en al menos un 5 % sin deformación de la pared lateral del recipiente.

En algunas formas de realización, la parte flexible de la base presenta una región central en forma de cúpula que está conectada a la pared lateral por una región periférica de la parte flexible con un cambio en la curvatura de curvatura positiva o convexa en la región central a curvatura negativa o cóncava en la región periférica, donde la curvatura positiva o convexa de la forma de la región central corresponde a que la región central está curvada hacia fuera lejos de un extremo abierto del recipiente cuando la parte flexible de la base está en un estado no desviado "tal como se forma". Este cambio en la curvatura, que puede producirse en un punto de inflexión o una línea de inflexión, crea una parte flexible de la base que puede adaptarse a un intervalo de volumen útil grande. El cambio en la curvatura permite que la cúpula se desvíe a través del intervalo necesario de desviaciones a presiones diferenciales más bajas en comparación con una parte flexible cuya curvatura es uniformemente positiva o uniformemente negativa. Además, el cambio en la curvatura a través de la parte flexible de la base permite que la forma de la región central de la cúpula cambie de curvatura positiva a curvatura cero o curvatura negativa según sea necesario en respuesta a presiones diferenciales relativamente bajas en el recipiente para adaptarse a cambios de presión y mantener la presión diferencial por debajo de un nivel que daría como resultado una deformación no deseada del recipiente. Los parámetros geométricos del recipiente pueden seleccionarse de manera que la presión requerida para desviar la cúpula esté por debajo de la presión que hace que la pared lateral del recipiente se abolle lateralmente al tiempo que se crea un intervalo de volumen útil que es lo suficientemente grande como para adaptarse a los parámetros de retorta deseados.

La base del recipiente incluye una parte de faldón que se extiende alrededor del exterior de la parte flexible de la base. La parte de faldón permite que el recipiente se asiente sobre una superficie plana sin balancearse ni parecer asimétrico. Después de la retorta, la cúpula flexible no debe ser capaz de levantar el recipiente del plano del suelo y hacer que el recipiente sea inestable. La altura de la parte de faldón puede seleccionarse para permitir una parte flexible de la base que permita un volumen útil adecuadamente grande sin presentar un recipiente inestable después del proceso en retorta.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos pretenden ilustrar las enseñanzas que se enseñan en la presente memoria y no pretenden mostrar tamaños y dimensiones relativos, ni limitar el alcance de los ejemplos o las formas de realización. En los dibujos, se utilizan los mismos números en todos los dibujos para hacer referencia a características similares y componentes de función similar.

La figura 1 representa una vista en sección transversal lateral de un recipiente de plástico, según una realización del mismo.

La figura 1A representa una vista en sección transversal lateral de un recipiente de plástico, según otra realización del mismo.

La figura 2 es una vista ampliada de una parte de la figura 1 que representa una vista en sección transversal

lateral de una parte de base del recipiente de plástico de la figura 1.

La figura 3 es una vista ampliada de una parte de la figura 2.

5 La figura 4 representa una vista en sección transversal que muestra una estructura multicapa interna de un recipiente de plástico según una realización del mismo.

10 La figura 5 es una vista en sección transversal en perspectiva de una representación gráfica de un recipiente tal como se enseña en la presente memoria utilizada para modelado de elementos finitos.

La figura 6 es una vista en sección transversal en perspectiva de la parte inferior del recipiente modelo de la figura 5 con la parte flexible de la base desviada hacia dentro debido a un diferencial de presión negativa.

15 La figura 7 es una vista en sección transversal en perspectiva de la parte inferior del modelo de la figura 5 con la parte flexible de la base desviada hacia fuera lejos de un extremo que puede abrirse debido a un diferencial de presión positiva.

La figura 8 es una vista en sección transversal de la parte de base del recipiente modelo de la figura 5.

20 La figura 9 es una vista ampliada de una parte de la figura 8.

La figura 10 es un gráfico del desplazamiento axial predicho de la base en función de la presión interna negativa del recipiente para el recipiente de ejemplo de la figura 5.

25 La figura 11 es un gráfico de desplazamiento axial predicho de la base en función de la presión interna positiva del recipiente para el recipiente de ejemplo de la figura 5.

30 La figura 12 es un gráfico de la presión diferencial predicha del recipiente en función de la temperatura durante un proceso en retorta para el recipiente de ejemplo de la figura 5.

La figura 13 es un gráfico del cambio de volumen neto predicho del recipiente en función de la temperatura durante el proceso en retorta para el recipiente de ejemplo de la figura 5.

35 La figura 14 es un gráfico de la presión diferencial predicha en función del espacio de cabeza para el recipiente de ejemplo de la figura 5 para el llenado a 80 °C y las diferentes presiones internas del recipiente en el sellado.

Las figuras 15 y 16 son imágenes en perspectiva de recipientes de ejemplo fabricados, según una realización.

40 La figura 17 es una vista ampliada de una parte de la imagen de la figura 16.

Las figuras 18 y 19 son unas imágenes en perspectiva de un recipiente de ejemplo sellado después de un proceso en retorta.

45 Las figuras 20 y 21 son unas imágenes en perspectiva de recipientes de ejemplo sellados que incluyen producto (es decir, melocotones, comida para perros y zanahorias) después de un proceso en retorta.

50 La figura 22 es un gráfico de la temperatura de retorta, la temperatura interna del recipiente y la letalidad frente al tiempo para recipientes de ejemplo sellados llenos con judías verdes durante un proceso en retorta con la tapa metálica hacia arriba y con la tapa metálica hacia abajo.

La figura 23 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado, ambos llenos de judías verdes, durante un proceso en retorta.

55 La figura 24 es un gráfico de la temperatura de retorta, la temperatura interna del recipiente y la letalidad frente al tiempo para recipientes de ejemplo sellados llenos de zanahorias durante un proceso en retorta con la tapa metálica hacia arriba y con la tapa metálica hacia abajo.

60 La figura 25 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado, ambos llenos de zanahorias, durante un proceso en retorta.

La figura 26 es un gráfico de la temperatura de retorta, la temperatura interna del recipiente y la letalidad frente al tiempo para recipientes de ejemplo sellados llenos de comida para perros durante un proceso en retorta.

65 La figura 27 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al

tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado, ambos llenos de comida para perros, durante un proceso en retorta.

5 La figura 28 es un gráfico de la temperatura de retorta, la temperatura interna del recipiente y la letalidad frente al tiempo para recipientes de ejemplo sellados llenos de piña durante un proceso en retorta.

10 La figura 29 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado, ambos llenos de piña, durante un proceso en retorta.

La figura 30 es un gráfico de la temperatura de retorta, la temperatura interna del recipiente y la letalidad frente al tiempo para recipientes de ejemplo sellados llenos de tomates durante un proceso en retorta.

15 La figura 31 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado, ambos llenos de tomates, durante un proceso en retorta.

20 La figura 32 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para varios recipientes de ejemplo sellados.

La figura 33 es un gráfico de la temperatura interna del recipiente y la presión interna del recipiente frente al tiempo para un recipiente de ejemplo sellado con un cuerpo de plástico y una tapa metálica y un recipiente completamente metálico convencional sellado durante un proceso en retorta realizado sin sobrepresión.

25 La figura 34 es una vista en sección transversal esquemática de un sistema de moldeo por coinyección.

La figura 35 es una vista en sección transversal de un conjunto de boquilla a modo de ejemplo adecuado para poner en práctica algunas formas de realización que se enseñan en la presente memoria.

30 La figura 36 representa esquemáticamente un entorno informático a modo de ejemplo adecuado para poner en práctica algunas formas de realización a modo de ejemplo que se enseñan en la presente memoria.

Descripción detallada

35 Durante un proceso en retorta, se llena un recipiente con producto (por ejemplo, alimentos, bebidas, productos farmacéuticos, nutracéuticos, etc.), que pueden estar a una temperatura elevada (por ejemplo, 80 °C) y se sella, a menudo a una temperatura elevada (por ejemplo, 80 °C), y a continuación, se calienta adicionalmente el recipiente (por ejemplo, a menudo hasta entre 105 °C y 130 °C) dentro de una cámara de retorta para la esterilización.

40 Durante el llenado y la esterilización en retorta de los recipientes, se observan presiones diferenciales tanto positivas como negativas. Los diferenciales de presión se crean por cambios en la temperatura dentro y fuera del recipiente sellado así como cambios en la presión de la cámara de retorta. En términos generales, el calentamiento del recipiente sellado aumenta la presión interna del recipiente sellado. Una mayor presión dentro del recipiente sellado en comparación con una presión externa al recipiente sellado también se denomina diferencial de presión

45 positiva. Durante el proceso en retorta, el diferencial de presión positiva puede alcanzar niveles superiores a 30 psig. Una vez calentado, el recipiente se enfría, y la presión interna del recipiente disminuye y puede descender por debajo de una presión ambiental externa al recipiente. Una menor presión interna dentro del recipiente sellado en comparación con la presión externa al recipiente sellado se denomina también diferencial de presión negativa en la presente memoria.

50 Tal como se indicó en la sección de antecedentes, algunos recipientes de plástico convencionales experimentan deformación (por ejemplo, deformación por fluencia o deformación geométrica) debido a las altas presiones internas del recipiente y las altas temperaturas durante la parte de calentamiento del proceso en retorta, y/o debido a cambios de presión dentro del recipiente durante la parte de enfriamiento del proceso en retorta. Por ejemplo,

55 las paredes laterales de un recipiente pueden deformarse plásticamente abombándose hacia fuera o deformarse geométricamente colapsando hacia dentro o abollándose lateralmente durante un proceso en retorta.

En referencia ahora a las figuras 1, 2 y 3, la figura 1 es una vista en sección de un recipiente de plástico 110 según una o más formas de realización del mismo que es adecuado para su utilización en un proceso de esterilización

60 en retorta, la figura 2 es una vista ampliada de una parte de la figura 1 y la figura 3 es una vista ampliada de una parte de la figura 2. En todas las figuras, los grosores en sección transversal del recipiente 110 y diversas capas del recipiente pueden exagerarse para fines ilustrativos. El recipiente de plástico 110 incluye una pared lateral 120 que define un extremo abierto 125 del recipiente y un extremo cerrado o base 130 opuesto al extremo abierto. La base 130 incluye una parte flexible 132 que define un panel inferior del recipiente 110. En algunas formas de

65 realización, la base 130 también incluye una parte de faldón 140. La parte flexible 132 incluye una región central 134 que inicialmente, o cuando se forma el recipiente 110, presenta una forma convexa o de cúpula "tal como se

moldea" que se extiende hacia fuera, lejos del extremo abierto 125 del recipiente 110 antes de que el recipiente 110 se llene o se selle. La parte flexible 132 también incluye una región periférica 136 que une la parte flexible 132 y la pared lateral 120. Tal como se muestra en la figura 2, la región central 134 está más lejos del extremo abierto 125, entonces es la región periférica 136. La parte flexible 132 está configurada para volver o regresar fácilmente a su forma original tal como se moldea, si de alguna forma se deprimió mecánicamente hacia dentro, esto aumenta la probabilidad de que el recipiente alcance la línea de llenado en la configuración tal como se moldea.

Algunos o todos del recipiente 110, la pared lateral 120 y la base 130 se fabrican a menudo de una manera adecuada para una producción de alto volumen, por ejemplo, el recipiente 110 puede moldearse por inyección, moldearse por inyección-compresión, termoformarse o moldearse por soplado. Sin embargo, el recipiente 110 también puede formarse por otros medios en algunas formas de realización (por ejemplo, medios adecuados para la producción de pequeño volumen).

En algunas formas de realización, la parte flexible 132 se une a la parte de faldón 140 de la base y/o a la pared lateral 120 en una articulación de faldón 142. La articulación de faldón 142 tal como se muestra es una intersección de la pared lateral 120, la parte flexible 132 de la base y la parte de faldón 140. El ángulo entre la parte flexible 132 y la parte de faldón 140 se selecciona para reducir el movimiento de la parte de la parte flexible 132 que está próxima a la articulación de faldón 142 a medida que la parte flexible 132 se desplaza en respuesta a presiones diferenciales. Tal como se muestra en la figura 3, la parte flexible 132 se une a la parte de faldón 140 en un ángulo α de aproximadamente 90° ; sin embargo, en algunas formas de realización, el ángulo α entre la parte flexible 132 y la parte de faldón 140 puede estar dentro del intervalo de aproximadamente 80° - 100° . En otras palabras, tal como se muestra en la vista en sección transversal en la figura 3, una línea que es tangente a la parte flexible 132 en la articulación de faldón 142 es sustancialmente perpendicular a la parte de faldón 140. Sin embargo, la intersección de una tangente a la parte flexible 132 y la parte de faldón 140 puede intersectarse en un ángulo que se encuentra dentro de un intervalo de ángulos de intersección. Por ejemplo, la región periférica 136 puede estar configurada de manera que una línea que es tangente a la región periférica 136 en la articulación de faldón 142 se interseca con la parte de faldón en un ángulo que está dentro de un intervalo de aproximadamente $+/-10^\circ$ de la perpendicular.

En algunas formas de realización, la pared lateral 120 presenta un primer diámetro interno o anchura D_{SW} en una ubicación que está espaciada de la parte de faldón 140, y el diámetro o la anchura de la pared lateral 120 se reduce hasta un diámetro interno de faldón más pequeño D_{SK} en una parte inclinada 122 de la pared lateral 120 proximal a la parte de faldón 140 (véanse las figuras 1 y 2). Tal reducción en el diámetro en o cerca de la base 130 puede ayudar a apilar un recipiente 110 encima de otro recipiente 110 (por ejemplo, si el extremo abierto 125 del recipiente 110 está cerrado por una tapa sellada doble). En el recipiente 110, el cambio en el diámetro se produce totalmente en la pared lateral 110 presentando la parte de faldón 140 un diámetro generalmente constante. En algunas formas de realización (no mostradas), el cambio en el diámetro puede producirse parcial o totalmente en la parte de faldón 140. En otras formas de realización (no mostradas), el diámetro de la parte de faldón 140 puede ser el mismo que el diámetro de la pared lateral 120 sin ninguna reducción en el diámetro del recipiente 110 en la base 130.

Tal como se muestra en la figura 1, el recipiente 110 presenta una forma generalmente cilíndrica; sin embargo, debe apreciarse que el recipiente 110 puede formarse para presentar una cantidad de un denominado 'diseño' para facilitar la retirada del recipiente de un molde (no mostrado), puede formarse de manera que la pared lateral 120 presente una forma generalmente cónica, o puede formarse con otra forma que presente una sección transversal generalmente circular u ovalada tomada a lo largo de un eje longitudinal. Tal como se muestra en la figura 1, una altura H del recipiente 110 tal como se mide a lo largo del eje longitudinal del recipiente es mayor que su anchura W tal como se mide a lo largo de un eje transversal al eje longitudinal. Sin embargo, en una realización alternativa, una altura H del recipiente 110A es menor que su anchura W tal como se muestra en la figura 1A. Tal recipiente puede ser adecuado para envasar atún o comida para gatos. El volumen del recipiente 110A es menor que el del recipiente 110. Por consiguiente, la curvatura de la parte flexible 132A puede reducirse en comparación con la curvatura de la parte flexible 132, ya que el menor volumen del recipiente 110A significa que hay un menor cambio de volumen dentro del recipiente 1A que la parte flexible 132A tiene que acomodar cuando se sella el recipiente 1A y se somete a un proceso en retorta.

En algunas formas de realización, el recipiente 110 incluye una pestaña 144 que presenta una superficie de sellado 146 configurada para acoplarse con una tapa rígida. Cuando el recipiente 110 se sella mediante un cierre o tapa (véase, por ejemplo, la tapa 450 mostrada en la figura 4), el recipiente encierra inicialmente un volumen V_0 . En algunas formas de realización, la pestaña 144 puede estar configurada para sellarse mediante una tapa de doble costura. En algunas formas de realización, la pestaña 144 puede estar configurada para sellarse mediante una tapa metálica de doble costura. Tal como se da a conocer en la presente memoria, el recipiente cerrado y sellado 110 puede describirse como una lata de plástico.

Aunque los recipientes descritos en la presente memoria están configurados para sellarse con tapas metálicas de doble costura, pueden emplearse otros tipos de tapas rígidas, mecanismos de sellado y/o elementos de cierre que también son adecuados para el procesamiento en retorta.

Tal como se representa en la figura 2, la región central 134 de la parte flexible 132 presenta una forma convexa o de cúpula inicial, "tal como se forma" o "tal como se moldea", y la región periférica 136 de la parte flexible 132, que puede ser de forma anular tal como se observa a lo largo del eje longitudinal del recipiente, presenta una forma cóncava inicial, o "tal como se forma". La curvatura convexa de la forma de la región central 134 que se extiende lejos del centro del volumen encerrado, tal como se representa en la figura 2, se denomina curvatura positiva en la presente memoria. La línea de puntos 150 es una línea de curvatura constante positiva o arco que proporciona una guía visual para la curvatura positiva de la región central 134. Un radio de la línea de puntos 150 se extiende dentro del volumen interno V_0 del recipiente 110. Tal como se representa en la vista en sección transversal de la figura 2, la región periférica 136 de la parte flexible 132 presenta una forma con curvatura de un signo opuesto al de la curvatura de una forma de la región central 134 de la parte flexible 132, por consiguiente, la curvatura de la forma de la región periférica 136 se denomina curvatura negativa en la presente memoria. La línea de puntos 152 es una línea de curvatura constante negativa o arco que proporciona una guía visual que indica la curvatura negativa de la región periférica 136. Un radio de la línea de puntos 152 se extiende externo al volumen interno V_0 del recipiente 110. La curvatura negativa de la región periférica 136 puede describirse como la región periférica 136 que presenta una forma cóncava. En la realización mostrada, puede decirse que la curvatura positiva de la región central 134 y la curvatura negativa de la región periférica 136 siguen perfiles generalmente arqueados. Tal como se representa en la figura 2, la forma de la parte flexible 132 pasa suavemente de una curvatura positiva en la región central 134 a una curvatura negativa en la región periférica 136 en una línea límite de inflexión 154. En otras palabras, en la línea límite de inflexión 154, una tangente 153 a la región periférica de curvatura negativa 136 se superpone a una tangente 153 a la región central de curvatura positiva 134. Dada la forma generalmente circular de la región central 134, y la forma generalmente anular de la región periférica 136, la línea límite 154 es generalmente circular. La extensión de la región central 134 puede estar definida por la línea límite 154 entre la curvatura positiva y la curvatura negativa. En algunas formas de realización (no mostradas), el perfil en sección transversal de la parte flexible 132 puede no ser liso si no que, en su lugar, puede estar constituido por una serie de segmentos planos conectados para formar una región central de curvatura generalmente positiva 134 y una región periférica de curvatura generalmente negativa 136.

La diferencia de curvatura entre la región central 134 y la región periférica 136 de la parte flexible 132 puede utilizarse para influir en una presión diferencial requerida para desviar la parte flexible 132 cuando se sella el recipiente 110. Por ejemplo, si no hubiera región periférica 136 y la parte flexible 132 tuviera únicamente una curvatura esférica positiva constante, la presión diferencial requerida para desviar la parte flexible sería mayor que la de una parte flexible 132 que incluye una región central 134 que presenta curvatura positiva y una región periférica 136 que presenta curvatura negativa.

Tal como se muestra en la figura 3, en algunas formas de realización, la parte flexible 132 presenta un grosor de pared T_{FP} que es menor que un grosor de pared T_{SW} de la pared lateral del recipiente 120. La diferencia en el grosor de pared T_{FP} de la parte flexible 132 en comparación con el grosor de pared T_{SW} de la pared lateral 120 da como resultado un aumento de la flexibilidad de la parte flexible 132 en comparación con la de la pared lateral 120, permitiendo por tanto que la parte flexible 132 se desvíe bajo presiones diferenciales más bajas de las que se requerirían para desviar la pared lateral 120. En algunas formas de realización, el grosor T_{FP} de la parte flexible 132 está dentro de un intervalo del 40 % al 100 % del grosor de la pared lateral T_{SW} . El grosor de la parte flexible 132, en diversas formas de realización, depende de la geometría de la lata, las condiciones de llenado y las condiciones de retorta. Para una geometría de lata común descrita en la sección de ejemplos más adelante, algunas condiciones de llenado de ejemplo y condiciones de retorta de ejemplo, un recipiente de ejemplo presentaba un grosor T_{FP} de la parte flexible 132 que era aproximadamente el 75 % del grosor T_{SW} de la pared lateral 120.

También mostrado en la figura 3, en algunas formas de realización, el grosor de pared T_{FP} de la parte flexible 132 es también más pequeño que un grosor de pared T_{SK} de la parte de faldón 140, y el grosor de pared T_{SW} de la pared lateral 120 es aproximadamente el mismo que el grosor de pared T_{SK} de la parte de faldón 140. Tal como se muestra en las figuras 1, 2 y 3, el grosor T_{FP} de la parte flexible 132 es constante en toda la región central 134 y región periférica 136. En otras formas de realización (no mostradas), el grosor de pared T_{SK} en la parte de faldón 140 puede ser diferente del grosor de pared T_{SW} de la pared lateral 120. En algunas formas de realización, el grosor T_{SK} de la parte de faldón 140 puede seleccionarse para sobrevivir a una prueba de caída.

Durante el procesamiento en retorta, la parte flexible 132 de la base se desvía en respuesta a un diferencial de presión entre el recipiente sellado 110 y la cámara de retorta. La parte de faldón 140 proporciona una superficie de soporte de recipiente estable. Sin la parte de faldón 140, el recipiente 110 descansaría sobre la parte flexible 132, cuya forma cambia durante el procesamiento en retorta y cuya forma final después de la retorta depende de los detalles del procesamiento en retorta. La parte de faldón 140 debe ser lo suficientemente alta como para que, después de la retorta, incluso bajo una desviación hacia fuera máxima, la parte flexible 132 no se desvíe hacia afuera más allá de la superficie de soporte de recipiente, que está definida por la parte inferior de la parte de faldón 140. La parte de faldón 140 también bloquea la vista de la parte flexible 132 de la base cuando el recipiente 110 está descansando sobre una superficie, por ejemplo, cuando el recipiente 110 está descansando sobre un estante en un entorno minorista.

En algunas formas de realización, el recipiente 110 puede incluir múltiples capas de plástico (por ejemplo, una capa interna de plástico, una capa externa de plástico y un núcleo o capa interior dispuesta entre la capa interna de plástico y la capa externa de plástico).

Por ejemplo, un primer material de plástico puede formar la capa interna y la capa externa, que juntas se adaptan generalmente a la forma final deseada del recipiente, teniendo en cuenta los requisitos de fabricación (por ejemplo, expansión/contracción) tal como se conocen. La capa interna y la capa externa pueden denominarse capas de revestimiento o revestimiento de recipiente. Los materiales adecuados para formar las capas interna y externa incluyen los que mantienen una forma y resistencia adecuadas durante y después del procesamiento en retorta, y cuando se utiliza el recipiente para envasar productos alimenticios, están aprobados para su utilización en el envasado de alimentos. Los ejemplos de materiales que pueden utilizarse para las capas interna y externa incluyen, pero no se limitan a polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (HDPE). Un segundo material puede formar la capa de núcleo. Los materiales adecuados para la capa de núcleo incluyen los que confieren características al recipiente más allá de las del material de capa de revestimiento solo. La capa de núcleo puede ser, por ejemplo, una capa de barrera (por ejemplo, UV o de otro modo), una capa de captación de gas, una capa desecante y/o una capa de relleno. Un material de barrera a los gases adecuado para la capa de núcleo puede ser, por ejemplo, etileno-alcohol vinílico (EVOH) u otros materiales adecuados, que impiden suficientemente que los gases, por ejemplo, el oxígeno, penetren a través del recipiente, es decir, desde el exterior hasta el interior y viceversa. Aunque PP, HDPE y EVOH son materiales adecuados para formar el recipiente 110, debe entenderse que pueden utilizarse otros materiales adecuados dependiendo de los requisitos del recipiente, y que las diversas formas de realización son adecuadas para su utilización con otros materiales poliméricos.

La figura 4 representa una vista en sección transversal que muestra una estructura multicapa interna de un recipiente de plástico 410 según otra realización del mismo. Pueden utilizarse características y aspectos de la realización representada en la figura 4 por consiguiente con las otras formas de realización. Tal como se muestra en la figura 4, se cierra el recipiente 410 y se sella utilizando un cierre de doble costura, específicamente una tapa metálica 450. La estructura multicapa para el recipiente 410 incluye una capa interna 460, una capa externa 462 y una capa de núcleo interior 464. En la figura 4, los grosores de pared del recipiente 410 están exagerados para fines ilustrativos. Tal como se representa en la figura 4, la capa de núcleo 464 puede extenderse sustancialmente por toda la pared lateral 420 y la parte flexible 432 del recipiente 410, y puede estar completamente rodeada por la capa interna 460 y la capa externa 462. En algunas formas de realización, la capa de núcleo 464 puede no extenderse por todo el cuerpo de plástico del recipiente 410, sino que se extiende todavía por sustancialmente toda el área de superficie sellable del recipiente. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 4, la capa de núcleo 464 no se extiende dentro de la parte de faldón 440, que se utiliza para soporte estructural, y no se considera que sea una parte sellable del recipiente 410 porque, a diferencia de la pared lateral 420 y la parte flexible 432, la parte de faldón 440 no está en contacto con el volumen sellable V₀. Además, también puede resultar prohibitivo extender la capa de núcleo 464 dentro de la parte de faldón 440 ya que algunas veces el material de la capa de núcleo es más caro que el material de la capa de revestimiento. Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "sustancialmente" o "sustancialmente por completo" significa una cobertura del 95 %-100 % de la capa de núcleo a través del área de superficie sellable definida por el recipiente 410. En algunas formas de realización, la capa de núcleo 464 puede extenderse más allá de la pared lateral 420 y al menos parcialmente dentro de la pestaña 444 de manera que la capa de núcleo 464 es adyacente a la superficie de sellado 446 en el extremo abierto del recipiente 410. En otras formas de realización, la capa de núcleo 464 puede no extenderse dentro de la pestaña 444. Por ejemplo, en la figura 4, no es necesario que la capa de núcleo 464 se extienda completamente dentro de la pestaña 444 del recipiente 410 porque el sello de doble costura de la tapa 450 se extiende más allá de la pestaña 444 para superponerse con una parte de la pared lateral 420 en la que está presente la capa de núcleo 464. La cobertura por la capa interior o de núcleo 464 es más relevante para la parte sellable del recipiente 410 que está dentro de la ubicación donde el cierre 450 se sella al recipiente 410. Tal como se utiliza en la presente memoria, la parte sellable del recipiente 410 se refiere a partes del recipiente 410 que encierran o contienen el contenido del recipiente 410 y están expuestas al contenido del recipiente 410 cuando se llena, por ejemplo, la parte flexible 432 y la pared lateral 420, y la tapa 450, cuando se une al recipiente 410. El área de superficie sellable del recipiente 410 es el área de superficie del recipiente que estaría expuesta al contenido del recipiente cuando se sella.

Pueden emplearse diversas técnicas conocidas por un experto en la materia para formar el recipiente 410. Por ejemplo, el recipiente 410 puede formarse coinyectando un primer material de plástico tal como, por ejemplo, polietileno de alta densidad (HDPE) o polipropileno (PP), y un segundo material de plástico, tal como, por ejemplo, etileno-alcohol vinílico (EVOH), en una cavidad de molde configurada para formar un artículo de plástico moldeado.

El recipiente 410 puede crearse coinyectando el material de la capa interior o la capa de núcleo, que crea la capa de núcleo 464, dentro de un material de la capa interna y externa, que crea las capas interna y externa 160, 162. Tales métodos se conocen generalmente, tal como se describe en la patente US n.º 6,908,581 y los documentos incorporados en la misma. El documento U.S. 6,908,581 da a conocer un método de coinyección de una pluralidad de corrientes de flujo de material de plástico en una cavidad de molde para producir un producto moldeado multicapa. Las corrientes interna y externa de un primer material se combinan con al menos una corriente interior de un segundo material que sirve como capa de núcleo interior del segundo material rodeada por capas de revestimiento del primer material en un producto de plástico moldeado resultante. Las corrientes combinadas se

fuerzan a fluir a lo largo de trayectorias de flujo, con la corriente interior anular encerrada dentro de las capas de corriente de material de plástico anular interna y externa. Durante la coinyección, la razón de flujo volumétrico de la corriente interna con respecto a la corriente externa en la corriente combinada se controla para colocar la corriente de núcleo interior a lo largo de una línea de corriente de flujo con una velocidad de flujo que es mayor que la velocidad promedio de la corriente combinada, pero menor que la velocidad de flujo máxima de la corriente combinada. Al presentar la corriente de núcleo interior una velocidad mayor que la velocidad promedio de la corriente combinada durante la coinyección, el borde delantero de la corriente de núcleo interior a menudo es capaz de alcanzar el borde delantero de la corriente combinada impidiendo o reduciendo los huecos en la cobertura de capa interior en un extremo abierto del recipiente. Debido a que la corriente de núcleo interior presenta una velocidad menor que la velocidad promedio de la corriente combinada, después de que la corriente de núcleo interior alcance el frente de flujo combinado, la corriente de núcleo interior se pliega debido a los efectos de flujo de fuente y no se abre paso a través del frente de flujo de la corriente combinada.

En algunas formas de realización, durante el moldeo por coinyección, puede seleccionarse una razón de flujo de la corriente interna con respecto a la corriente externa para dirigir la corriente de núcleo interior a través de la articulación de ramificación en la articulación de faldón evitando la parte de faldón y entrando en la parte de pared lateral. Tales métodos se describen en la publicación de patente US n.º 2011/0217496. A continuación se describen detalles adicionales referentes a un sistema de moldeo por inyección adecuado y métodos que pueden emplearse para fabricar el recipiente 410 con respecto a las figuras 34-36.

Utilización de recipientes de plástico esterilizables en retorta

Tal como se explicó anteriormente, durante el llenado y el proceso en retorta, un recipiente sellado experimenta una temperatura elevada y cambios en la presión diferencial a través del recipiente sellado (es decir, entre la presión dentro del recipiente sellado y la presión externa).

Según formas de realización del mismo, la parte flexible de la base del recipiente de plástico se desvía en respuesta a los cambios en la presión diferencial durante el proceso en retorta. En general, tal desviación actúa cambiando el volumen interno del recipiente para reducir la presión diferencial entre el interior del recipiente sellado y el entorno externo al recipiente.

En utilización, una pluralidad de recipientes de plástico (por ejemplo, recipiente de plástico 110, 410) se llenan a menudo con producto caliente y luego se sellan con un cierre, tal como una tapa (por ejemplo, tapa 450 de la figura 4). En algunas formas de realización, la tapa es una tapa de doble costura. En algunas formas de realización, la tapa es metálica. El volumen inicial del recipiente lleno y sellado 410 es V_0 , tal como se muestra en la figura 4. Los recipientes 110, 410 se colocan entonces en una cámara de retorta. En términos generales, múltiples recipientes 110, 410 se someten al proceso en retorta simultáneamente como un lote. Por simplicidad, la descripción a continuación se refiere a un único recipiente 110 en el lote. Sin embargo, debe apreciarse que otros recipientes 110, 410 en el lote también experimentan presiones y temperatura similares, que pueden variar a través del lote.

Durante un proceso en retorta, se controla la temperatura dentro de la cámara de retorta. En algunos procesos en retorta, se aumenta la presión dentro de la cámara, lo que se denomina retorta con sobrepresión de cámara, para reducir el diferencial de presión positiva máximo que experimentan los recipientes sellados 110 dentro de la cámara debido al aumento de temperatura. En el procesamiento en retorta con sobrepresión de cámara, a medida que la cámara de retorta llega inicialmente a la presión, se crea una presión diferencial negativa, en la que una presión externa al recipiente sellado 110 es mayor que una presión dentro del recipiente sellado 110. Para compensar el diferencial de presión negativa, la parte flexible 132 de la base 130 se desvía hacia dentro hacia la tapa 450 en respuesta a la presión diferencial negativa reduciendo el volumen del recipiente interno 110 hasta el volumen V_1 . A medida que el recipiente 110 y su contenido se calientan durante el proceso en retorta, la presión de vapor del contenido aumenta creando una presión diferencial positiva, en la que una presión dentro del recipiente sellado 110 es mayor que una presión externa al recipiente sellado 110, lo que hace que la parte flexible 132 se desvíe hacia fuera, lejos de la tapa 450, aumentando el volumen interno del recipiente 110 hasta el volumen V_2 . La desviación hacia fuera de la parte flexible 132 actúa reduciendo la presión diferencial positiva a través del recipiente 110. El recipiente 110 se mantiene habitualmente a una temperatura elevada durante un periodo de tiempo, y luego se reduce la temperatura de la cámara y el recipiente 110 se enfría. A medida que finaliza el proceso en retorta y el recipiente 110 se enfría, se crea de nuevo una presión diferencial negativa que hace que la parte flexible 132 se desvíe hacia dentro, reduciendo el volumen del recipiente hasta un volumen final V_F cuando el recipiente 110 alcanza la temperatura ambiente. La figura 13, que se describe a continuación, muestra el cambio predicho en el volumen del recipiente durante un proceso en retorta y los volúmenes V_0 , V_1 , V_2 y V_F .

La capacidad para reducir la presión diferencial cambiando el volumen interno del recipiente 110 es diferente para diferenciales de presión negativa que para diferenciales de presión positiva. Cuando el contenido del recipiente 110 se calienta, la presión interna dentro del recipiente 110 aumenta a medida que la presión de vapor aumenta. Si el volumen dentro del recipiente 110 aumenta, se vaporiza más líquido fácilmente manteniendo la presión interna. Alternativamente, si el recipiente 110 presenta una presión diferencial negativa y el volumen interno se reduce, el volumen del espacio de cabeza gaseoso por encima del contenido se reduce (en una base en porcentaje)

y, por tanto, la presión interna dentro del recipiente 110 aumenta y el valor absoluto de la presión diferencial se reduce.

Para recipientes 110 que presentan la configuración de base mostrada en las figuras 1 a 4, cuando la parte flexible 132 se desvía, puede no mantener una forma axialmente simétrica. Por ejemplo, en algunos casos, un lado o sector de la parte flexible 132 puede experimentar a menudo una mayor cantidad de desviación que otro lado o sector de la parte flexible 132. Si la presión diferencial continúa aumentando lo suficiente, la región central 134 puede invertirse de convexa hacia fuera ("flexionada hacia fuera") a cóncava hacia dentro ("flexionada hacia dentro"). Al final del proceso en retorta, la parte flexible 132 puede invertirse parcialmente, y presentar una configuración axialmente asimétrica en la que una forma de la parte flexible 132 es asimétrica con respecto a la rotación alrededor de un eje longitudinal del recipiente 110 (véase, por ejemplo, el recipiente a la derecha en las imágenes de recipientes de ejemplo después del procesamiento en retorta en la figura 21).

El estado inicial o "tal como se moldea" de la región central 134 de la parte flexible 132 presenta una forma convexa que se extiende lejos del extremo abierto 125 del recipiente 110. La forma convexa de la región central 134 aumenta el volumen encerrado del recipiente 110 para el llenado en comparación con un volumen encerrado de un recipiente que presenta una forma plana de la región central del panel inferior de la parte flexible, o un recipiente que presenta un panel inferior que presenta una forma inicial que es cóncava hacia dentro hacia el extremo abierto del recipiente. Durante todo el procesamiento en retorta, una presión diferencial, entre el interior y el exterior del recipiente sellado 110, desvía la parte flexible 132, lo que cambia el volumen interno del recipiente sellado 110. El recipiente 110, y específicamente la parte flexible 132 de la base 130, está diseñado de manera que, a lo largo de un intervalo de desviaciones, la presión diferencial requerida para desviar la parte flexible 132 (denominada en la presente memoria presión diferencial de desviación) es menor que la presión diferencial que hace que la pared lateral 120 se abombe o se abolle lateralmente. La presión diferencial de desviación es una función de tanto la desviación de la parte flexible 132 como la temperatura del recipiente 110, siendo la presión de desviación menor a temperaturas más altas. Debe indicarse que la presión que podría abollar lateralmente un recipiente es menor a la temperatura de retorta que a una temperatura ambiente debido al ablandamiento del polímero; sin embargo, la presión diferencial de desviación es también menor a la temperatura de retorta que a una temperatura ambiente debido al ablandamiento del polímero que permite un desplazamiento o desviación más fácil de la parte flexible 132 en comparación con la presión que podría abollar lateralmente el recipiente.

Con una forma convexa de una región central 134 de la parte flexible 132, se produce a menudo la presión de desviación máxima para pequeñas desviaciones de la parte flexible 132 lejos de su configuración inicial cuando hay solo un pequeño cambio en el volumen del recipiente 132. Una vez que la parte flexible 132 de la región periférica cóncava 136 comienza a desviarse significativamente hacia dentro, lejos de su configuración inicial y experimenta cambios significativos en la curvatura debido a una presión diferencial negativa, la presión diferencial que desvía adicionalmente la parte flexible 132 se reduce. La desviación lejos de la configuración convexa inicial reduce la magnitud de la presión diferencial negativa reduciendo el volumen interno del recipiente sellado 110. Tal como se indicó anteriormente, la configuración del recipiente 110 está diseñada de manera que la presión diferencial de desviación es menor que la presión diferencial que puede provocar abolladura lateral. La parte flexible 132 puede continuar desviándose hacia dentro, reduciendo el volumen interno del recipiente, hasta que se alcanza un cambio máximo en el volumen. Sin embargo, si la presión diferencial negativa aumenta adicionalmente después de que se alcance el cambio máximo en el volumen interno del recipiente, la parte flexible de la base puede no compensar adicionalmente la presión diferencial negativa y el recipiente puede verse sometido a deformación geométrica por colapso o abolladura lateral.

Los inventores definen que un intervalo de desviación útil incluye las desviaciones sobre las que la parte flexible 132 de la base 130 se desvía y no se produce abolladura lateral de la pared lateral o no es fácilmente observable. Los inventores definen el cambio de volumen asociado con el intervalo de desviación útil como el intervalo de volumen útil. El cambio de volumen requerido para el recipiente 110 u otras formas de realización de recipientes descritos en la presente memoria depende del contenido del recipiente 110 y los parámetros del proceso en retorta utilizados. Es deseable presentar un intervalo de volumen útil grande para un recipiente de plástico 110 para adaptarse a una variedad de diferentes parámetros de procesamiento en retorta. Cuanto mayor sea el intervalo de volumen útil, mayor será el conjunto de parámetros de retorta que pueden utilizarse sin presentar un abombamiento o abolladura lateral perjudicial del recipiente 110 al final del proceso en retorta. Para algunos parámetros de procesamiento en retorta comunes, la acomodación de un 5 % de cambio en el volumen del recipiente 110 sería suficiente. Para algunos parámetros de procesamiento en retorta comunes, la acomodación de un 4 % de cambio en el volumen del recipiente 110 sería suficiente. Para algunos parámetros de procesamiento en retorta comunes, la acomodación de un 3 % de cambio en el volumen del recipiente 110 sería suficiente. Por comparación, una lata metálica convencional permite a menudo un cambio en el volumen interno del recipiente del 1 % durante el procesamiento en retorta.

Los inventores realizaron un análisis de elementos finitos (FEA) para determinar cómo afectan los parámetros geométricos del recipiente 110 al intervalo de volumen útil para recipientes de plástico 110 que presentan una forma de cúpula convexa inicial para una región central 134 de una parte flexible 132 de la base 130 según formas de realización del mismo. Para esta estructura, los parámetros geométricos que pueden afectar a un intervalo de

volumen útil para el recipiente 110 incluyen el diámetro de la región central 134, el radio de curvatura de la región central en forma de cúpula 134, el grosor de la parte flexible 132, el grosor de la pared lateral 120 y la geometría de la región periférica 136 que une la región central en forma de cúpula 134 a la pared lateral del recipiente 120. Los parámetros pueden seleccionarse para maximizar el intervalo de volumen útil. Debido a que el análisis de elementos finitos se realizó sobre recipientes 110 que presentan una forma cilíndrica global, parte de la descripción a continuación se refiere a un modelo para el recipiente 110 y recipientes de prueba como "latas".

En referencia ahora a las figuras 5 a 7, la figura 5 es una vista en sección de una representación gráfica de un recipiente modelo 510, según una realización del mismo, que se utilizó para el análisis de elementos finitos. Las características y aspectos de la realización de las figuras 5-7 pueden utilizarse por consiguiente con las otras formas de realización. El recipiente 510 incluye una pared lateral 520 que define un extremo abierto 525 del recipiente y un extremo cerrado o base 530 opuesto al extremo abierto 525. La base 530 incluye una parte flexible 532 y una parte de faldón 540. La parte flexible 532 incluye una región central 534 que presenta una forma convexa o de cúpula que se extiende hacia fuera, lejos del extremo abierto 525, y también incluye una región periférica 536 que une la parte flexible 532 y la pared lateral 520. La figura 6 representa una parte de base 530 del recipiente modelo 510 de la figura 5 que muestra una representación gráfica de los resultados computacionales de un FEA en el que el recipiente modelo 510 se somete a un diferencial de presión negativa. Tal como se muestra en la figura 6, el FEA predijo que, cuando el recipiente 510 está bajo un diferencial de presión negativa, la parte flexible 532 de la base 530 se desviaría hacia dentro. La figura 7 representa la parte de base 530 del recipiente modelo 510 de la figura 5 que muestra una representación gráfica de los resultados computacionales de un FEA en el que el recipiente modelo se sometió a un diferencial de presión positiva. Tal como se muestra en la figura 7, el FEA predijo que, cuando el recipiente modelo 510 está bajo un diferencial de presión positiva, la parte flexible 532 de la base 530 se desvía hacia fuera más allá de su configuración inicial, que se muestra en la figura 5. Debe apreciarse que el recipiente 510 se representa en una configuración sin llenar y sin sellar para fines ilustrativos/de análisis de elementos finitos, y que durante un proceso en retorta real, el recipiente 510 estaría lleno y sellado con una tapa adecuada, por ejemplo la tapa 450 mostrada en la figura 4.

Un ejemplo del recipiente modelo 510 que se predijo que presentaba un intervalo de volumen útil grande utilizando análisis de elementos finitos presenta los parámetros enumerados a continuación:

Altura H: 100.6 mm

Diámetro de la pared lateral D_{SW} : 74.10 mm

Grosor de la pared lateral T_{SW} : 1 mm

Diámetro de la parte flexible D_{FP} : 69.5 mm

Grosor de la parte flexible T_{FP} : 0.75 mm

Radio de curvatura de la "cúpula" de la región central R_{CR} : 75 mm

Diámetro de la región central D_{CR} : 45.25 mm

Radio de curvatura del "plato" de la región periférica: 58.7 mm

Intervalo de desviación útil: 12 mm

Intervalo de volumen útil: 16 ml (3.9 % del volumen total)

La figura 8 es una vista en sección de la parte de base 530 del recipiente modelo 510 y la figura 9 es una vista ampliada de una parte de la figura 8. Tal como se representa en la figura 8, la región central 534 de la parte flexible 532 presenta un diámetro D_{CR} de 45.25 mm y un radio de curvatura de +74.6 mm (una curvatura de aproximadamente 0.0134 mm^{-1}). La región periférica 536 de la parte flexible 532 presenta un radio de curvatura de -58.7 (una curvatura de aproximadamente -0.0170 mm^{-1}). Para el recipiente de ejemplo, una razón del radio de curvatura de la región central 534 con respecto al radio de curvatura de la región periférica 536 es de aproximadamente 1.28:1. En algunas formas de realización, la razón del radio de curvatura de la región central 534 con respecto al radio de curvatura de la región periférica 536 se encuentra en un intervalo de 1.1:1 a 1.5:1. En algunas formas de realización, la razón del radio de curvatura de la región central 534 con respecto al radio de curvatura de la región periférica 536 se encuentra en un intervalo de 0.5:1 y 3:1. Un valor adecuado para el radio del radio de curvatura de la región central 534 con respecto al radio de curvatura de la región periférica 536 depende de la geometría del recipiente, las condiciones de llenado y las condiciones de retorta.

En los parámetros de ejemplo para el recipiente modelo 510 enumerados anteriormente, las áreas proyectadas de las regiones central y periférica 534, 536 son aproximadamente el 42.5 % y el 57.5 %, respectivamente, del área proyectada total de la parte flexible 532. En algunas formas de realización, el área proyectada de la región central

534 se encuentra dentro de un intervalo de aproximadamente el 40 % al 45 % del área proyectada total de la parte flexible 532. En algunas formas de realización, el área proyectada de la región central 534 se encuentra dentro de un intervalo de aproximadamente el 38 % al 47 % del área proyectada total de la parte flexible 532. En algunas formas de realización, el área proyectada de la región central 534 se encuentra dentro de un intervalo de aproximadamente el 36 % al 49 % del área proyectada total de la parte flexible 536. En algunas formas de realización, el área proyectada de la región central 534 se encuentra dentro de un intervalo de aproximadamente el 20 % al 80 % del área proyectada total de la parte flexible 532. El área proyectada de la parte central 534 en relación con el área proyectada total de la parte flexible 532 depende de la geometría de la lata.

Para los recipientes modelados y sometidos a prueba, los inventores determinaron que una parte flexible 132 que permite que el recipiente cambie el volumen sellado interno en aproximadamente un 6 % en relación con el volumen sellado nominal con la parte flexible no desviada era capaz de soportar los procesos en retorta utilizados sin deformación obvia de las paredes laterales del recipiente. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse para cambiar un volumen sellado interno en aproximadamente el 6 % en relación con un volumen sellado con la parte flexible no desviada. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse para cambiar un volumen sellado interno en de aproximadamente un 5 % a un 7 % en relación con un volumen sellado con la parte flexible no desviada. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse para cambiar un volumen sellado interno en de aproximadamente un 4 % al 8 % en relación con un volumen sellado con la parte flexible no desviada. En algunas formas de realización, la parte flexible está configurada para desviarse para cambiar un volumen sellado interno en de aproximadamente un 3 % al 9 % en relación con un volumen sellado con la parte flexible no desviada.

El cambio de volumen necesario en el recipiente para impedir la deformación obvia de la pared lateral y mantener la integridad del recipiente depende de la geometría del recipiente, las condiciones de llenado y las condiciones de retorta. Por ejemplo, algunas combinaciones de baja temperatura de llenado, baja temperatura de retorta y bajo vacío de espacio de cabeza en la costura requieren solo un 3 % de cambio de volumen para mantener la integridad de la lata. Como otro ejemplo, algunas combinaciones de alta temperatura de llenado y alto vacío de espacio de cabeza en la costura requieren tanto como un 9 % de cambio de volumen para mantener la integridad de la lata. El recipiente de ejemplo descrito a continuación acomodó un volumen del 6 %, y las pruebas descritas a continuación demostraron que un cambio de volumen del 6 % era adecuado para impedir la deformación obvia del recipiente para un amplio intervalo de condiciones de procesamiento en retorta.

Durante el análisis de elementos finitos, se exploró la relación entre la presión diferencial interna del recipiente y el desplazamiento de la parte flexible 532. A través de modelado, los inventores determinaron que aumentar la curvatura de la región central 534 aumentaría el cambio de volumen que puede acomodar la parte flexible 532; sin embargo, el aumento de la curvatura aumentó las presiones internas requeridas para desviar la parte flexible 523 desde su estado convexo desviado hacia fuera hasta su estado cóncavo desviado hacia dentro. Los inventores modelaron y experimentaron con otros diseños de recipiente que presentaban una región central con una forma cóncava que se extiende hacia dentro tal como se moldeó; sin embargo, los inventores determinaron que los recipientes que presentaban una región central inicial que se extiende hacia fuera "tal como se moldeó" o "tal como se formó" proporcionaron un mejor rendimiento. Las figuras 10 y 11 son gráficos que muestran el modelado por análisis de elementos finitos de una relación entre la presión interna del recipiente y el desplazamiento de la parte flexible 532 con el recipiente 510 a temperatura ambiente. Sin embargo, se observa que las presiones diferenciales del recipiente requeridas para el desplazamiento de la parte flexible 532 son mayores a temperatura ambiente que las presiones diferenciales del recipiente requeridas para el desplazamiento de la parte flexible 532 en un proceso en retorta real a las temperaturas de retorta. La figura 10 muestra un gráfico 610 del desplazamiento axial de la parte flexible 532 del recipiente modelo 510 en cuanto a diversas presiones internas negativas del recipiente a temperatura ambiente. Tal como se muestra en la figura 10, para desplazamientos de la parte flexible 532 de hasta -3 mm, se requieren mayores presiones internas del recipiente que para desplazamientos de la parte flexible 532 que son mayores de -3 mm. A desviaciones más allá de -3 mm, la región central 534 de la parte flexible 532 se ha invertido, es decir, de ser convexa a ser cóncava. Una vez que la parte flexible 532 se ha invertido, se requiere menor presión interna de la lata para desplazar adicionalmente la parte flexible 532. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 10, se requería aproximadamente -20 psi para los primeros 3 mm de desviación; sin embargo, una vez invertida la parte flexible 532, la cantidad de presión interna negativa de la lata requerida para desviar adicionalmente la parte flexible 532 se redujo.

La figura 11 es un gráfico 612 que muestra el desplazamiento axial de la parte flexible 532 del recipiente modelo 510 resultante de la presión interna positiva del recipiente a temperatura ambiente. En este modelo, la presión interna positiva del recipiente aumentó desde 0 hasta 200 psi y luego disminuyó de nuevo hasta cero psi. Tal como se muestra, el desplazamiento axial de la parte flexible 532 comienza en 0 mm y aumenta hasta más de 9 mm cuando el recipiente 510 se presuriza a 200 psi. La disminución posterior de la presión interna del recipiente de nuevo hasta cero psi no devolvió la parte flexible 532 de nuevo a su estado inicial de cero desviación, lo que indica que se había producido deformación plástica de la parte flexible 532 cuando el recipiente 510 se sometió a una presión interna positiva de aproximadamente 200 psi.

Las figuras 10 y 11 muestran los efectos de la presión interna del recipiente (en un intervalo de entre

aproximadamente -20 psi y +200 psi) sobre el recipiente modelo 510. Sin embargo, las figuras 10 y 11 se basaban en simulaciones de FEA en las que el recipiente 510 estaba en un entorno de temperatura ambiente con presión atmosférica externa y sin otra presurización externa. En algunos procesos en retorta frecuentemente utilizados, la cámara de retorta se presuriza, y la temperatura elevada en la cámara de retorta, que aumenta la presión interna del recipiente, ablanda la parte flexible suficientemente como para que la desviación de la misma acomode los cambios de presión dentro del recipiente cambiando el volumen interno del recipiente, de manera que se reduce la probabilidad de que el recipiente experimente una presión interna o diferencial perjudicial.

Las figuras 12 a 14 incluyen unos gráficos basados en cálculos realizados por los inventores utilizando la información aprendida del análisis de elementos finitos descrito anteriormente. En la discusión referente a las figuras 12 a 14, se describen referencias a un recipiente o características del mismo con referencia al recipiente 110 únicamente con fines ilustrativos. Los parámetros del recipiente modelo utilizados para generar los datos en las figuras 12 - 14 se incluyen en la tabla a continuación.

Geometría de la lata		
Altura de la lata	100.6	[mm]
Diámetro de la lata	72.1	[mm]
Pared de la lata	1.00	[mm]
Flexión hacia dentro de la base	-24	[ml]
Flexión hacia fuera de la base	3	[ml]
Interior de la lata		
Espacio de cabeza	6.0 %	[del volumen de la lata]
Volumen de la lata	411	[ml]

Los parámetros de procesamiento utilizados para generar los datos en las figuras 12 y 13 se incluyen en la tabla a continuación.

Condiciones de llenado			
Temperatura del contenido en el llenado	80	[C]	Dispositivo de costura al vacío Ajuste 5.8 Pulgadas de mercurio por debajo de la atmosférica
% de elevación de la temp. de la lata desde T.A. antes de la costura	65 %		
Temperatura de la lata en la costura (calculada)	61	[C]	
Presión de aire del espacio de cabeza en la costura	500	[milibar]	
Espacio de cabeza, mm	6.0	[mm]	
Espacio de cabeza, ml	24	[ml]	
Condiciones de esterilización en retorta	130	[C]	

La figura 12 es un gráfico 614 basado en los cálculos de los inventores de la presión diferencial en el recipiente modelo 510 en función de la temperatura durante el calentamiento y enfriamiento del recipiente en un proceso en retorta de ejemplo. A través de la mayoría del intervalo de temperatura de desde 20 °C hasta 130 °C, la desviación de la parte flexible 132 de la base 130 actúa manteniendo una presión diferencial del recipiente 110 en o cerca de cero. Sin embargo, a temperaturas por encima de aproximadamente 120 °C, el recipiente 110 presenta una presión diferencial apreciable.

La figura 13 es un gráfico 616 basado en los cálculos de los inventores del cambio de volumen neto del recipiente 110 durante el proceso en retorta, e ilustra cómo actúan la desviación de la parte flexible 132 y los correspondientes cambios en el volumen del recipiente reduciendo la presión diferencial en el recipiente 110. El recipiente 110 presenta un volumen inicial V_0 inmediatamente después del llenado con el contenido a temperatura elevada y el sellado. Tal como se muestra en la figura 13, el recipiente sellado 110 dentro de la cámara de retorta experimenta una reducción en el volumen del recipiente hasta un primer volumen V_1 debido a una presión diferencial negativa creada por un aumento inicial de la presión dentro de la cámara de retorta que empuja la parte flexible 132 hacia dentro. A un primer volumen V_1 la parte flexible 132 de la base 130 no alcanza el límite de su estado completamente flexionado hacia dentro, que está indicado por la línea de puntos 617 a -24 ml, punto en el que una presión negativa adicional dentro del recipiente 110 puede hacer que el recipiente 110 presente algo de abolladura lateral o colapso. A medida que el recipiente 110 se calienta y la presión interna del recipiente y la presión externa de la retorta alcanzan el equilibrio, la parte flexible 132 se desvía hacia fuera y el volumen del recipiente aumenta hasta que sobrepasa su volumen inicial V_0 . A medida que la temperatura aumenta más allá de 120 °C, la presión dentro del

recipiente aumenta y la parte flexible 132 del recipiente 110 alcanza el límite de su estado flexionado hacia fuera, tal como se indica por el aplanamiento de la curva a aproximadamente 120 °C. En el límite del estado flexionado hacia fuera, el recipiente 110 presenta un segundo volumen V_2 . Debido a que la parte flexible 132 no puede desviarse adicionalmente para contrarrestar la presión positiva creciente dentro del recipiente, el diferencial de presión aumenta (tal como se muestra en la figura 12) y el recipiente puede presentar temporalmente algo de abombamiento de las paredes laterales 120. Durante el enfriamiento, el volumen del recipiente disminuye hasta un volumen final V_F a temperatura ambiente, que es menor que el volumen inicial del recipiente V_0 para esta realización del recipiente 110 y estas condiciones de procesamiento particulares. A medida que el recipiente se enfría desde aproximadamente 75 °C hasta 65 °C, su volumen aumenta hasta un valor de entre V_0 y V_F como resultado de la apertura de la cámara de retorta y la reducción de la presión en el exterior del recipiente 110 hasta la presión atmosférica.

El diferencial de presión neta durante el proceso en retorta, los cambios de volumen durante la retorta y el volumen final dependen de, entre otras, las propiedades del recipiente 110, el contenido del recipiente, los detalles del proceso en retorta y los detalles referentes al llenado del recipiente 110. Los inventores exploraron cómo el espacio de cabeza inicial en el recipiente tras el llenado y la presión inicial del recipiente tras el sellado afectaban a la presión diferencial a la temperatura de retorta máxima (por ejemplo, 130 °C) y a temperatura ambiente 20 °C. Los resultados aparecen en la figura 14. En los datos mostrados en la figura 14, se utilizaron los siguientes parámetros de llenado:

Temperatura del contenido en el llenado: 80 °C

% de elevación de la temp. de la lata desde T.A. antes de la costura: 65 %

Temperatura de la lata en la costura: 61 °C

Ajuste del dispositivo de costura al vacío: de 150 mb a 450 mb

La figura 14 es un gráfico 618 basado en los cálculos de los inventores que muestra la presión diferencial a 130 °C y a 20 °C para recipientes llenos que presentan diferentes espacios de cabeza y diferentes presiones internas del recipiente en el sellado. La presión interna del recipiente en el sellado puede verse afectada por, entre otros, el ajuste de la presión de aire en el espacio de cabeza, por ejemplo, realizando la operación de sellado en un entorno de presión controlada, es decir, costura al vacío, o lavando con vapor el extremo abierto del recipiente 110 antes del sellado. Tal como se muestra en el gráfico, las presiones diferenciales positivas a la temperatura de retorta presentan algo de dependencia del espacio de cabeza en el sellado, pero se ven afectadas en gran medida por la presión en el sellado, dando como resultado presiones más altas en el sellado mayores diferenciales de presión positiva a las temperaturas de retorta.

Tal como se muestra en el gráfico, los diferenciales de presión negativa a temperatura ambiente se ven afectados en gran medida por el espacio de cabeza en el sellado para espacios de cabeza más grandes (por ejemplo, para espacios de cabeza mayores de 4-5 mm). A temperatura ambiente, la presión de sellado parece afectar significativamente a los diferenciales de presión negativa para espacios de cabeza más grandes. En vista de los datos en la figura 14, para disminuir el diferencial de presión positiva máximo y el diferencial de presión negativa máximo experimentados por un recipiente, por ejemplo, el recipiente 110 con esta configuración durante el procesamiento en retorta con sellado a 80 °C, el espacio de cabeza debe mantenerse relativamente pequeño (por ejemplo, entre 2 mm y 6 mm) y la presión de sellado debe mantenerse relativamente baja (por ejemplo, menor de 350 mb o menor de 250 mb). Para otras geometrías de recipiente y sellado a otras temperaturas, el gráfico de la presión diferencial del recipiente frente al espacio de cabeza es diferente, y pueden ser adecuados otros intervalos para el espacio de cabeza y la presión en el sellado.

Los inventores fabricaron recipientes de ejemplo según las formas de realización del mismo, que se llenaron, se sellaron con una tapa y se sometieron a prueba con el fin de comparar el rendimiento del recipiente modelo 510 con el rendimiento de los recipientes reales.

Las figuras 15-17 son imágenes de un recipiente de ejemplo 1510 según una realización del mismo que fabricaron los inventores. Las características y los aspectos de la realización de ejemplo pueden utilizarse por consiguiente con las otras formas de realización. En la figura 15, el recipiente 1510 está descansando sobre su parte de faldón 1540, mientras que, en la figura 16, el recipiente 1510 está descansando sobre su parte de pestaña 1544. La figura 17 es una vista ampliada de una parte de la figura 16. El recipiente 1510 incluye una pared lateral 1520 que define un extremo abierto 1525 del recipiente y un extremo cerrado o base 1530 opuesto al extremo abierto 1525. La base 1530 incluye una parte flexible 1632 (visible en la figura 16) y una parte de faldón 1540. La parte flexible 1632 incluye una región central 1634 que presenta una forma convexa o de cúpula y también incluye una región periférica 1636 que une la parte flexible 1632 y la pared lateral 1520. Las curvaturas positiva y negativa de las regiones central y periférica 1634, 1636, respectivamente, pueden observarse en la figura 17. Los recipientes 1510 se fabricaron utilizando un proceso de coinyección multicapa en el que los recipientes 1510 presentan capas de "revestimiento" interna y externa de polipropileno rodeando una capa interior o de núcleo de EVOH. Los recipientes

1510, que no incluyen las tapas metálicas, eran el 92 % en peso (94 % en volumen) de una mezcla de PP con BYNEL® (una resina adhesiva producida por DUPONT®) y el 8% en peso (6 % en volumen de EVOH). Las capas de revestimiento interna y externa estaban formadas por la mezcla de PP/BYNEL y la capa de núcleo interior estaba formada por EVOH. Para los recipientes 1510, las proporciones de la mezcla de PP/BYNEL se encontraban dentro de un intervalo del 5% en peso al 8 % en peso de BYNEL. La resina adhesiva BYNEL utilizada para los recipientes de ejemplo incluía un 99 % de PP y aproximadamente un 1 % de anhídrido maleico. La estructura multicapa del recipiente 1510 es similar a la del recipiente 410 representado en la figura 4.

La pestaña 1544 de los recipientes de prueba 1510 estaba configurada para sellarse con un dispositivo de costura doble. Los recipientes de prueba 1510 estaban configurados de manera que pudieran sellarse utilizando un dispositivo de doble costura convencional diseñado para sellar tapas metálicas convencionales sobre latas metálicas convencionales. Las figuras 18 y 19 son imágenes de uno de los recipientes de plástico 1510 sellados con un extremo o tapa metálica de parte superior abierta sanitaria (SOT) de doble costura 1840 y después del procesamiento en retorta. En la figura 18, el recipiente 1510 está descansando sobre su faldón 1540 de manera que está en una orientación hacia arriba de la tapa metálica, y en la figura 19, el recipiente 1510 está descansando sobre su tapa metálica 1840 de manera que está en una orientación hacia abajo de la tapa metálica. Tal como puede observarse en las figuras 18 y 19, tras un proceso en retorta, el recipiente sellado 1550 no muestra signos fácilmente observable de abolladura lateral o abombamiento de la pared lateral 1520, y tal como se muestra en la figura 19, la parte flexible 1632 de la base 1530 está en una configuración cóncava flexionada hacia dentro después del procesamiento en retorta.

Los recipientes de prueba 1510 se llenaron con diversos tipos de productos (por ejemplo, zanahorias, judías verdes, comida para perros, tomates, piña, etc.) y se analizaron durante un proceso en retorta específico para cada tipo de producto. Diferente tipo de producto requieren diferentes procesos en retorta debido a requisitos diferentes de temperatura requeridos para esterilizar ese tipo de producto y diferentes tasas de conducción térmica a través de los diversos productos. Para recoger los datos, uno o más de los recipientes 1510 se equiparon con un sensor de temperatura y un sensor de presión que se conectó a un dispositivo de monitorización/registro de datos adecuado.

Las figuras 20 y 21 son imágenes recipientes de prueba de ejemplo 2010 según una realización de los mismos, tras el procesamiento en retorta. Las características y los aspectos de la realización de ejemplo pueden utilizarse por consiguiente con las otras formas de realización. Tal como se muestra en la figura 20, los recipientes de prueba 2010 están hechos de un material generalmente transparente, y cada uno se llena con un tipo diferente de producto (es decir, de izquierda a derecha tal como se muestra en las imágenes, melocotones, comida para perros y zanahorias, respectivamente). Aunque los recipientes de prueba 2010 se muestran hechos de un material generalmente transparente, debe apreciarse que los recipientes 2010 podrían estar hecho también de un material que puede considerarse generalmente no transparente. Tal como se muestra también en la figura 20, los recipientes se sellan con una tapa metálica o extremo abierto fácil (EOE) de apertura completa 2040. Tal como puede observarse en las figuras 20 y 21, los recipientes de prueba 2010 no mostraban ninguna deformación obvia por abombamiento o abolladura lateral de la pared lateral después de someterse a procesos en retorta que son adecuados para los diferentes tipos de productos contenidos en los mismos. La figura 21 muestra que cada recipiente 2010 presenta una configuración diferente de la parte flexible 2132 después del procesamiento en retorta. El recipiente 2010 con los melocotones (a la izquierda en la figura 21) presenta una parte flexible flexionada hacia fuera 2132. El recipiente 2010 con la comida para perros (en el medio en la figura 21) presenta una parte flexible relativamente plana 2132. El recipiente 2010 con las zanahorias (a la derecha en la figura 21) presenta una parte flexible 2132 con una configuración asimétrica, específicamente, un sector de la parte flexible 2132 se flexiona hacia fuera mientras que el resto de la parte flexible 2123 es relativamente plana.

Las figuras 22-33 son gráficos que muestran datos obtenidos a partir de recipientes de prueba, por ejemplo los recipientes 2010, que incluyen diversos tipos de alimentos sellados en los mismos con una tapa adecuada (por ejemplo, la tapa 2040), que se monitorizaron a lo largo de un proceso en retorta adecuado para los diversos contenidos. Los recipientes sellados 2010 también pueden denominarse latas o latas de prueba 2010. La figura 22 es un gráfico 620 de datos obtenidos a partir de recipientes de prueba 2010 llenos de judías verdes durante un proceso en retorta. El gráfico incluye la temperatura de la cámara de retorta y la temperatura interna de la lata en función del tiempo durante el proceso en retorta. En la prueba, algunas latas 2010 se colocaron en la cámara de retorta en una orientación hacia arriba de la tapa metálica, lo que significa que el espacio de cabeza vacío de la lata 2010 es adyacente a la tapa metálica 2040, y algunas latas 2010 se colocaron en la cámara de retorta en una orientación hacia abajo de la tapa metálica 2040, lo que significa que el contenido de la lata 2010 estaba en contacto con la tapa metálica 2040. Tal como se muestra mediante las curvas, las latas 2010 colocadas con la tapa hacia abajo se calentaron más rápidamente que las latas 2010 colocadas con la tapa hacia arriba.

Durante procesamiento en retorta, la eficacia en la destrucción de los microbios relevantes en el producto puede expresarse como letalidad. La diferencia en la tasa de calentamiento para las latas 2010 en las orientaciones de la tapa hacia arriba frente a la tapa hacia abajo en la cámara de retorta se tradujo en una diferencia de letalidad para las latas 2010 colocadas con la tapa hacia arriba en comparación con las latas 2010 colocadas con la tapa hacia abajo tal como se muestra mediante las curvas en la figura 22. Por tanto, la orientación de un recipiente de

plástico 2010 que presenta una tapa metálica durante el proceso en retorta, específicamente, si el espacio de cabeza del recipiente 2010 o el producto está en contacto con la tapa metálica, puede afectar a la eficiencia y/o eficacia del proceso en retorta. La colocación de la lata 2010 en una orientación con la tapa metálica hacia abajo, o con al menos parte del producto en contacto con la tapa metálica 2010, fue más eficiente que la colocación de la lata 2010 de manera que el espacio de cabeza esté entre el contenido de la lata 2010 y la tapa metálica 2010.

La figura 23 es un gráfico 622 que compara el rendimiento de un recipiente de plástico de ejemplo 2010 que presenta una tapa metálica 2040 (lata de plástico) con el rendimiento de una lata a menudo totalmente metálica (lata metálica) durante un proceso en retorta para judías verdes. La lata totalmente metálica se calentó más rápidamente que la lata de plástico de ejemplo 2010, lo que se esperaba. Esta retorta se realizó a una sobrepresión. El gráfico de la sobrepresión de retorta y la presión interna de la lata de plástico prácticamente se superponen entre sí desde el momento 14:50 hasta el momento 16:00, lo que indica que la presión diferencial de la lata de plástico 2010 era aproximadamente cero a lo largo de todo el proceso en retorta. En cambio, para la lata metálica, la presión interna era mucho mayor que la sobrepresión de la cámara, lo que significa que la lata metálica experimentó un diferencial de presión significativo durante el proceso en retorta. Por ejemplo, en el momento 15:10 a 120 °C, la lata metálica presentaba una presión interna de aproximadamente 4 bar, mientras que la cámara de retorta presentaba una presión de aproximadamente 2.6 bar, que es un diferencial de presión de aproximadamente 1.4 bar o aproximadamente 20 psi.

Las figuras 24-31 incluyen unos gráficos similares de temperatura y letalidad de la retorta y el recipiente frente al tiempo y la presión y la temperatura de la retorta y el recipiente en función del tiempo para diversos productos, específicamente, zanahorias, comida para perros, piña y tomates. Las figuras 24, 26, 28 y 30 son gráficos 624, 628, 632, 638 de la temperatura de la retorta, la temperatura interna de la lata y la letalidad frente al tiempo para latas llenas de zanahorias, comida para perros, piña y tomate, respectivamente. Las figuras 25, 27, 29 y 31 son gráficos 626, 630, 634 y 640 de la presión de la retorta y la presión de la lata en función del tiempo para latas metálicas y latas de plástico llenas de zanahorias, comida para perros, piña y tomates, respectivamente. Estos gráficos difieren para diferentes productos porque la temporización y la temperatura de retorta requerida son diferentes para diferentes productos. Además, diferentes productos conducen el calor a diferentes velocidades.

La figura 27 es un gráfico 630 de la presión de la retorta, la temperatura de la lata y la presión de la lata en función de tiempo durante un proceso en retorta para una lata llena de comida para perros. Durante parte del proceso en retorta, la presión interna de la lata de plástico supera la presión de la retorta, lo que se produce para algunas combinaciones específicas de temperatura objetivo para el contenido, espacio de cabeza en la lata y presión dentro del espacio de cabeza que conducen a una presión interna en la lata más allá de la cual la parte flexible puede acomodarse completamente, sin embargo, todavía era suficiente para impedir la abolladura o el abombamiento no deseado en el recipiente tras el proceso en retorta.

El gráfico 642 en la figura 32 muestra cómo la temperatura interna del recipiente retrasa la temperatura de la cámara de retorta para varios recipientes de plástico de ejemplo diferentes.

La figura 33 es un gráfico 644 que muestra los datos de presión y temperatura tomados para latas de plástico 2010 y latas metálicas en un experimento en el que no se utilizó sobrepresión. Aunque la lata de plástico 2010 experimentó una presión diferencial positiva de aproximadamente 0.4 bar (aproximadamente 5.8 psi) a la temperatura de retorta de 130 °C; esta presión diferencial era mucho más pequeña que la presión diferencial de aproximadamente 1.4 bar (aproximadamente 20 psi) para la lata metálica a la misma temperatura de retorta. La lata de plástico 2010 presentaba solo una pequeña presión diferencial negativa para bajas temperaturas.

Aunque las simulaciones de análisis de elementos finitos predijeron que el recipiente modelo 510 mostraría una desviación correspondiente a un cambio de 16 ml en el volumen (un cambio de volumen del 3.8 %), durante las pruebas se determinó que los recipientes de ejemplo 2010 mostraban realmente un cambio de 24 ml en el volumen (un cambio de volumen del 5.8 %) durante el procesamiento en retorta sin dar como resultado un abombamiento o abolladura lateral fácilmente visible de las partes laterales del recipientes tras un proceso en retorta.

Durante las pruebas, los recipientes de plástico 2010 soportaron una presión diferencial positiva de aproximadamente 400 mb (5.8 psi) a 130 °C sin abombamiento y una presión diferencial negativa de aproximadamente -200 mb (-2.9 psi) a temperatura ambiente sin abolladura lateral.

Los recipientes de ejemplo modelados y sometidos a prueba empleaban un diámetro y una altura de la pared lateral externa que se utilizan comúnmente en latas metálicas actuales. Además, los procesos de llenado utilizados y los procesos en retorta sometidos a prueba para los recipientes de ejemplo son los tipos de procesos en retorta utilizados comúnmente en lata metálicas actuales. Por tanto, los inventores demostraron, a través de simulaciones y experimentos, que los recipientes de ejemplo podrían utilizarse para reemplazar latas metálicas utilizadas comúnmente.

La figura 34 es una vista esquemática de un sistema 10 adecuado para poner en práctica formas de realización a modo de ejemplo dadas a conocer en la presente memoria. El sistema de moldeo por coinyección 10 está

configurado para coinyectar al menos dos corrientes de material de plástico polimérico en una cavidad de molde para producir uno o más artículos, por ejemplo el recipiente 1510 comentado en la presente memoria, presentando cada uno múltiples capas de plástico coinyectadas. El sistema de moldeo por coinyección 10 incluye una primera fuente de material 12 y una segunda fuente de material 14. La primera fuente de material 12 suministra un primer material polimérico 64 para su utilización en la formación de al menos una capa de un artículo de plástico moldeado resultante. La segunda fuente de material 14 suministra un segundo material polimérico 66 para su utilización en la formación de al menos una capa del artículo de plástico moldeado resultante. El sistema 10 coinyecta múltiples corrientes (por ejemplo, una corriente interna, una corriente externa y una corriente interior o de núcleo) para formar múltiples capas de un artículo resultante. Los materiales adecuados para su utilización con formas de realización de recipientes de plástico dados a conocer en la presente memoria incluyen, pero no se limitan a, materiales a base de polímero tales como polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno (PP), etileno-alcohol vinílico (EVOH) y nailon MXD6. Por ejemplo, en algunas formas de realización, las corrientes interna y externa que forman las capas interna y externa son HDPE, mientras que una corriente interior utilizada para formar una capa interior es un material elegido para potenciar el rendimiento global del artículo resultante, o para reducir el coste del artículo resultante. Por ejemplo, una o más corrientes interiores para capas interiores pueden incluir uno o más de un material de barrera (nailon MXD6 o EVOH), un material de captación de oxígeno, un material reciclado u otro material que potencia el rendimiento o que reduce el coste. El tipo de material utilizado para la capa/corriente interior es a menudo diferente del tipo de material utilizado para las capas/corrientes interna y externa.

El sistema 10 incluye un colector 16 configurado para el suministro de los materiales poliméricos primero y segundo 64, 66. En algunas formas de realización (no mostradas), el colector puede consistir en colectores separados para cada material polimérico. El sistema de moldeo por coinyección 10 incluye además conjuntos de boquilla 18A, 18B, 18C, 18D y un molde 24. El molde 24 define las compuertas 20A, 20B, 20C, 20D, y las correspondientes cavidades de molde 22A, 22B, 22C, 22D.

Un primer material polimérico, denominado en la presente memoria primer material, se inyecta por la primera fuente de material 12 y un segundo material polimérico, denominado en la presente memoria segundo material, se inyecta por la segunda fuente de material 14. El sistema 10 incluye un primer canal de flujo 13 del colector 16 configurado para distribuir el primer material a una o más de las boquillas 18A-18D, y un segundo canal de flujo 15 del colector 16 configurado para distribuir el segundo material a una o más de las boquillas 18a-18d. El primer material y el segundo material se combinan en una corriente copolimérica, por ejemplo, en las boquillas 18a-18d, que se inyecta en las cavidades de molde 22a-22d para moldear los artículos resultantes. Cada boquilla 18a-18d puede incluir un elemento de iniciación del flujo (no mostrado en la figura 34), que se utiliza para impedir o permitir el flujo de material al interior de una correspondiente cavidad de molde. En las boquillas 18a-18d, la corriente de flujo del primer material 64 y la corriente de flujo del segundo material 66 se combinan para formar una corriente polimérica combinada anular en la que el segundo material forma una corriente interior o de núcleo en la corriente polimérica combinada mientras que el primer material forma las corrientes interna y externa en la corriente combinada. Las corrientes interna y externa encierran la corriente interior o de núcleo a medida que la corriente polimérica combinada anular se inyecta desde la boquilla. Generalmente se conocen métodos para coinyectar múltiples materiales poliméricos para formar artículos de plástico con múltiples capas de diferentes materiales, tal como se escribe en la patente US n.º 6,908,581 y los documentos incorporados en la misma. Se proporcionan detalles adicionales referentes a cómo se produce una corriente de plástico polimérico combinado dentro de la boquilla de inyección en la descripción de la figura 35 a continuación.

Aunque el sistema 10 se representa incluyendo cuatro conjuntos de boquilla 18A-18D y un molde que define cuatro compuertas (20A-20D) y cuatro cavidades (22A-22D) para formar cuatro artículos de plástico simultáneamente, un experto habitual en la materia apreciará que otras formas de realización pueden incluir diferentes números de conjuntos de boquilla, compuertas y cavidades para formar diferentes números de artículos de plástico simultáneamente. Por ejemplo, las formas de realización pueden incluir más o menos de cuatro conjuntos de conjuntos de boquilla, compuertas y cavidades mostrados en la figura 34. Las formas de realización de ejemplo para sistemas de producción a gran escala pueden incluir más conjuntos de conjuntos de boquilla, compuertas y cavidades (por ejemplo, 64 o más conjuntos).

En las formas de realización de ejemplo descritas en la presente memoria, el primer material 64 se describe como un material de revestimiento y el segundo material 66 se describe como un material de núcleo. Los términos material de revestimiento y material de núcleo simplemente indican que, en el artículo resultante, una capa del primer material se superpone a una capa del segundo material en uno o ambos lados. No es necesario que el material de revestimiento sea la capa más externa del artículo resultante y no es necesario que el material de núcleo sea una capa interior central del artículo resultante. En algunas formas de realización, la capa del segundo material está ubicada entre capas del primer material. En algunas formas de realización, por ejemplo, si el recipiente se fabrica mediante un proceso de termoformado, una capa de "revestimiento" interna del artículo puede formarse a partir de un material diferente de una capa de "revestimiento" externa del artículo.

La figura 35 es una vista en sección transversal de un conjunto de boquilla a modo de ejemplo 18 adecuado para poner en práctica algunas formas de realización enseñadas en la presente memoria. El conjunto de boquilla 18 incluye medios de combinación internos 30, medios de combinación intermedios 32 y medios de combinación

externos 34. El conjunto de boquilla 18 incluye además el cuerpo de boquilla 36 y la punta de boquilla 38. Los medios de combinación internos 30, los medios de combinación intermedios 32, los medios de combinación externos 34, el cuerpo de boquilla 36 y la punta de boquilla 38 se combinan de manera cooperativa para formar pasos y canales cónicos, anulares y axiales en el conjunto de boquilla 18. El conjunto de boquilla 18 es adecuado para su utilización en un sistema de coinyección, por ejemplo el sistema 10 descrito con respecto a la figura 34, para formar un recipiente de plástico que presenta dos o más capas de acuerdo con formas de realización del mismo.

Los medios de combinación internos 30 incluyen una primera entrada 46 para recibir un primer material polimérico 64, tal como un material de revestimiento (es decir, material de capa interna y externa), y una segunda entrada 44 para recibir un segundo material polimérico 66, tal como un material de núcleo (es decir, material de capa interna). Los medios de combinación internos 30 incluyen además un orificio pasante 40 configurado para recibir un pasador de válvula 42. El orificio pasante 40 se extiende a través de los medios de combinación 32 y a través de una parte de los medios de combinación externos 34 para permitir que el pasador de válvula 42 se mueva en una dirección axial a lo largo de un eje longitudinal A_L del conjunto de boquilla 18. El orificio pasante 40 presenta un diámetro de pared interna que varía a lo largo del eje longitudinal A_L del conjunto de boquilla 18. El pasador de válvula 42 es móvil en una dirección axial a lo largo del eje longitudinal central del conjunto de boquilla 18 entre una posición cerrada y al menos una posición abierta para ayudar a controlar el flujo del primer material polimérico 64 y el segundo material polimérico 66 a través del conjunto de boquilla 18 y al interior del molde 24.

Los medios de combinación intermedios 32 se acoplan cooperativamente con los medios de combinación internos 30 para formar una parte de la pluralidad de canales de flujo anulares en el conjunto de boquilla 18. Los medios de combinación intermedios 32 reciben desde el canal 37 el primer material polimérico 64, y reciben desde el canal 41 el segundo material polimérico 66 para manipular el flujo de cada uno de los materiales poliméricos a través de una pluralidad de pasos o canales anulares que transportan fluido. La manipulación del flujo llevada a cabo por los medios de combinación intermedios 32 inicia la creación de una corriente de material externa 58 y una corriente de material interna 56 que encapsulan juntas una corriente de material interior o de núcleo 60.

Los medios de combinación intermedios 32, cuando están acoplados con los medios de combinación internos 30, forma un paso de troquel de percha envuelta 31 que se extiende circunferencialmente alrededor del orificio pasante 40 y el pasador de válvula 42. El paso de troquel de percha envuelta 31 proporciona un paso de flujo de fluido anular 48 con una distribución de masa fundida uniforme del primer material polimérico 64. El paso de flujo de fluido anular 48 dirige una corriente de flujo anular de la corriente de material interna 56 al área de combinación de corrientes 54 a través de un orificio.

Los medios de combinación externos 34 se acoplan cooperativamente con los medios de combinación intermedios 32 para formar uno o más pasos o canales que transportan fluido para manipular el segundo material polimérico 66 que forma una capa interior o de núcleo del objeto de plástico resultante. Los medios de combinación externos 34, cuando están acoplados con los medios de combinación intermedios 32, forman un paso de troquel de percha envuelta 33 que se extiende circunferencialmente alrededor de la corriente de material interna 56, a través del orificio pasante 40 y el pasador de válvula 42. El paso de troquel de percha envuelta 33 proporciona un paso de flujo de fluido cónico 52 con una distribución de masa fundida uniforme del segundo material polimérico 66. El paso de flujo cónico 52 alimenta una corriente anular del segundo material polimérico 66 al área de combinación de corrientes 54 a través de otro orificio.

Los medios de combinación externos 34 se acoplan cooperativamente con el cuerpo de boquilla 36. Los medios de combinación externos 34, cuando están acoplados con el cuerpo de boquilla 36, forman un paso de troquel de percha envuelta 35 que se extiende circunferencialmente alrededor de la corriente de capa interior 52, la corriente de capa interior 56, el orificio pasante 40 y el pasador de válvula 42. El paso de troquel de suspensión de revestimiento envuelto 35 proporciona un paso de flujo de fluido radial 50 con una distribución de masa fundida uniforme del primer material polimérico 64. El paso de flujo de fluido radial 50 alimenta el área de combinación de corrientes 54 con un flujo del primer material polimérico 64 a través de un orificio. El primer material polimérico 64 alimentado al área de combinación de corrientes 54 a través del orificio forma la capa externa de un objeto moldeado resultante.

Los pasos de flujo de fluido 48, 50 y 52 alimentan el área de combinación de corrientes 54 con la corriente de material externa 58, la corriente de material interna 56 y la corriente de material interior 60. Una parte de la punta de boquilla 38, una parte de los medios de combinación externos 34, una parte de los medios de combinación intermedios 32 y una parte del pasador de válvula 42, en combinación, forman el área de combinación de corrientes 54. El área de combinación de corrientes 54 combina de manera simultánea o casi simultánea la corriente de material externa 58 recibida desde el paso de flujo de fluido 50, la corriente de material interna 56 recibida desde el paso de flujo de fluido 48 y la corriente de material interior 60 recibida desde el paso de flujo de fluido 52 para formar una corriente de salida anular.

Los canales, orificios y pasos de los medios de combinación internos 30, los medios de combinación intermedios 32 y los medios de combinación externos 34 y, más específicamente, los canales, orificios y pasos asociados con

la formación y el flujo de material de capa interna y externa en el conjunto de boquilla 18 pueden dimensionarse, definirse, adaptarse y configurarse para controlar o producir una razón de flujo volumétrico deseada. De esta manera, el pasador de válvula 42 puede permanecer en una posición fija y no necesita moverse para controlar o formar una razón de flujo volumétrico particular. En otras palabras, el conjunto de boquilla 18 presenta una configuración y estructura de canal para emitir una razón de flujo volumétrico deseada o seleccionada sin la necesidad de un controlador o microprocesador asociado. En algunas formas de realización a modo de ejemplo, el pasador de válvula 42 puede controlarse mediante un controlador o microprocesador para controlar la razón de flujo volumétrico.

La corriente de salida anular 49 fluye desde el área de combinación de corrientes 54 a través del paso de flujo de fluido 62 hasta la parte de salida 39 del conjunto de boquilla 18. El paso de flujo de fluido 62 presenta un paso interno anular que se extiende radialmente alrededor del orificio pasante 40 y se extiende axialmente desde el área de combinación de corrientes 54 hasta la parte de salida 39. La parte de salida 39 se comunica con una compuerta de un molde, tal como una de las compuertas 20A-20D. Con el pasador de válvula 42 en una posición retirada tal como se representa, se establece una trayectoria de flujo entre la parte de salida 39 y la compuerta de la cavidad de molde. Al presentar el pasador de válvula 42 en una posición avanzada, tal como se representa por la línea de puntos 43, se bloquea la trayectoria de flujo desde la parte de salida hasta la compuerta de la cavidad de molde.

La corriente de salida anular 49 formada por el área de combinación de corrientes 54 presenta una capa de revestimiento anular externa y una capa de revestimiento anular interna formada por el primer material polimérico 64, y una capa anular interior o de núcleo formada por el segundo material polimérico 66. Las capas de revestimiento interna y externa del primer material polimérico 64 pueden presentar cada una un área de sección transversal sustancialmente similar que los materiales que fluyen a través del paso de flujo de fluido 62 a la parte de salida 39. Un intervalo de razones de velocidad de flujo volumétrico interna con respecto a externo está entre 80:20 y 20:80. La razón exacta se elige para ubicar la capa interior en la posición deseada dentro de la pared del artículo moldeado. Las capas de revestimiento interna y externa del primer material polimérico 64 encapsulan la capa interior del segundo material polimérico 66, que forma una parte de núcleo de un objeto de plástico resultante. Tras la inyección desde el conjunto de boquilla 18, la corriente polimérica combinada 49 incluye una corriente interior que fluye a lo largo de líneas de corriente concéntricas o anulares entre las corrientes poliméricas interna y externa.

La figura 36 ilustra un entorno informático a modo de ejemplo adecuado para poner en práctica formas de realización a modo de ejemplo enseñadas en la presente memoria. El entorno puede incluir un dispositivo de control de coinyección 400 acoplado, cableado, de manera inalámbrica o un híbrido de cableado y de manera inalámbrica, a un sistema de coinyección, por ejemplo, el sistema 10 de la figura 34. El dispositivo de control de coinyección 400 es programable para implementar el código de control de flujo 450 ejecutable para formar un recipiente de plástico que presenta una capa interior o de núcleo configurada como, por ejemplo, una capa de barrera y/o una capa de captación. El dispositivo de control de coinyección 400 incluye uno o más medios legibles por ordenador para almacenar una o más instrucciones o software ejecutables por ordenador para implementar formas de realización a modo de ejemplo. Los medios legibles por ordenador pueden incluir, pero no se limitan a, uno o más tipos de memoria de hardware, medios tangibles no transitorios, etc. Por ejemplo, la memoria 406 incluida en el dispositivo de control de coinyección 400 puede almacenar instrucciones o software ejecutables por ordenador, por ejemplo, instrucciones para implementar y procesar cada módulo del código de control de flujo 450 ejecutable. El dispositivo de control de coinyección 400 también incluye el procesador 402 y uno o más procesadores 402' para ejecutar software almacenado en la memoria 406, y otros programas para controlar el hardware del sistema. El procesador 402 y el/los procesador(es) 402' pueden ser cada uno un procesador de un solo núcleo o un procesador de múltiples núcleos (404 y 404').

Puede emplearse virtualización en el dispositivo de control de coinyección 400 de modo que la infraestructura y los recursos en el dispositivo informático puedan compartirse dinámicamente. También pueden utilizarse procesadores virtualizados con el código de control de flujo 450 ejecutable y otro software en el almacenamiento 416. Puede proporcionarse una máquina virtual 414 para manejar un proceso que se ejecuta en múltiples procesadores de modo que el proceso parece estar utilizando solo un recurso informático en lugar de múltiples. También pueden utilizarse múltiples máquinas virtuales con un procesador.

La memoria 406 puede comprender una memoria de sistema informático o memoria de acceso aleatorio, tal como DRAM, SRAM, EDO RAM, etc. La memoria 406 puede comprender también otros tipos de memoria, o combinaciones de las mismas.

Un usuario puede interactuar con el dispositivo de control de coinyección 400 a través de un dispositivo de presentación visual 422, tal como un monitor de ordenador, que puede mostrar las interfaces de usuario 424 o cualquier otra interfaz. El dispositivo de presentación visual 422 también puede mostrar otros aspectos o elementos de formas de realización a modo de ejemplo, por ejemplo, bases de datos de materiales, información de producción, etc. El dispositivo de control de coinyección 400 puede incluir otros dispositivos de E/S tales como un teclado o una interfaz táctil multipunto 408 y un dispositivo apuntador 410, por ejemplo un ratón, para recibir entradas de un usuario. El teclado 908 y el dispositivo apuntador 410 pueden conectarse al dispositivo de

presentación visual 422. El dispositivo de control de coinyección 400 puede incluir otros periféricos de E/S convencionales adecuados. El dispositivo de control de coinyección 400 puede comprender además un dispositivo de almacenamiento 416, tal como un disco duro, un CD-ROM u otro medio legible por ordenador no transitorio, para almacenar un sistema operativo 418 y otro software relacionado, y para almacenar el código de cobertura de barrera 450 ejecutable.

El dispositivo de control de inyección conjunta 900 puede incluir una interfaz de red 412 para interconectarse con una red de área local (LAN), red de área amplia (WAN) o Internet a través de una variedad de conexiones que incluyen, pero no se limitan a, líneas telefónicas estándar, enlaces de LAN o WAN (por ejemplo, 802.11, T1, T3, 56 kb, X.25), conexiones de banda ancha (por ejemplo, ISDN, Frame Relay, ATM), conexiones inalámbricas, red de área de controlador (CAN) o alguna combinación de cualquiera o todos los anteriores. La interfaz de red 412 puede comprender un adaptador de red incorporado, tarjeta de interfaz de red, tarjeta de red PCMCIA, adaptador de red de bus de tarjeta, adaptador de red inalámbrica, adaptador de red USB, módem o cualquier otro dispositivo adecuado para interconectar el dispositivo informático de autorización 900 a cualquier tipo de red capaz de comunicarse y realizar las operaciones descritas en la presente memoria. Además, el dispositivo de control de coinyección 400 puede ser cualquier sistema informático tal como una estación de trabajo, un ordenador de escritorio, un servidor, un ordenador portátil, u otra forma de dispositivo informático o de telecomunicaciones que sea capaz de comunicarse y que presente suficiente potencia de procesador y capacidad de memoria para realizar las operaciones descritas en la presente memoria.

El dispositivo de control de coinyección 400 puede estar ejecutando cualquier sistema operativo, tal como cualquiera de las versiones de los sistemas operativos Microsoft® Windows®, las diferentes versiones de los sistemas operativos Unix y Linux, cualquier versión del MacOS® para ordenadores Macintosh, cualquier sistema operativo incorporado, cualquier sistema operativo en tiempo real, cualquier sistema operativo de código abierto, cualquier sistema operativo patentado, cualquier sistema operativo para dispositivos informáticos móviles o cualquier otro sistema operativo capaz de ejecutarse en el dispositivo informático y realizar las operaciones descritas en la presente memoria. El sistema operativo puede estar funcionando en modo nativo o modo emulado.

El código de control de flujo 450 incluye código ejecutable que puede ejecutar el procesador 402 para controlar el sistema de coinyección 10 para controlar selectivamente un volumen de flujo volumétrico de las corrientes poliméricas interna y externa, controlar una posición de la corriente de material de núcleo interior con respecto a un frente de flujo de velocidad de la corriente polimérica combinada y controlar el tiempo de inicio de extrusión de la corriente de núcleo interior en relación con el tiempo de inicio de extrusión de las corrientes poliméricas interna y externa tal como se enseña en la presente memoria. Los sistemas de coinyección enseñados en la presente memoria facilitan el moldeo por coinyección de recipientes, tales como recipientes de alimentos o bebidas.

Como pueden reconocer los expertos ordinarios en la materia pertinente basándose en las enseñanzas de la presente memoria, pueden realizarse numerosos cambios y modificaciones en las formas de realización descritas anteriormente y otras de la presente divulgación. Por consiguiente, esta descripción detallada de formas de realización debe tomarse en un sentido ilustrativo, en contraposición a un sentido limitativo.

REIVINDICACIONES

1. Recipiente de plástico esterilizable en retorta (110, 410, 510, 1510, 2010) configurado para ser sellado por una tapa rígida (450), comprendiendo el recipiente de plástico esterilizable en retorta:
 - una pared lateral (120, 420, 520, 1520) que define un extremo abierto (125, 525, 1525) del recipiente; y
 - una base (130, 430, 530, 1530) opuesta al extremo abierto y que presenta una parte flexible (132, 432, 532, 1632, 2132) que define un panel inferior del recipiente que incluye una región central (134, 534, 1634) que presenta una forma convexa tal como se forma que se extiende lejos del extremo abierto del recipiente y una región periférica (136, 536, 1636) que presenta una forma cóncava tal como se forma que conecta la región central y la pared lateral, y una parte de faldón (140, 440, 540, 1540) que se extiende lejos del extremo abierto del recipiente, caracterizado por que la pared lateral (120, 420, 520, 1520) presenta un primer grosor y la parte flexible de la base (130, 430, 530, 1530) presenta un segundo grosor más pequeño que el primer grosor, presentando la parte flexible (132, 432, 532, 1632, 2132) un grosor que es constante a través de la región central (134, 534, 1634) y la región periférica (136, 536, 1636) y un ángulo α entre la región periférica (136, 536, 1636) de la parte flexible (132, 432, 532, 1632, 2132) y la parte de faldón (140, 440, 540, 1540) está dentro de un intervalo comprendido entre 80° y 100° .
2. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que la parte flexible, la pared lateral y la parte de faldón se intersecan en una articulación de faldón (142).
3. Recipiente esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que la parte de faldón se extiende desde la pared lateral del recipiente.
4. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que la pared lateral presenta un primer diámetro y la parte de faldón presenta un segundo diámetro más pequeño que el primer diámetro.
5. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que la forma convexa de la región central es una forma de cúpula.
6. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que un área proyectada de la región central se encuentra dentro de un intervalo comprendido entre el 38 % y el 47 % de un área proyectada total de la parte flexible.
7. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, en el que una razón de un radio de curvatura de la región central con respecto al diámetro de la parte flexible se encuentra en un intervalo comprendido entre 1.1:1 y 1.5:1.
8. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según las reivindicaciones 1 a 7, en el que la parte flexible está configurada para desviarse y cambiar un volumen del recipiente, cuando se sella, en aproximadamente del 3 % al 9 % sin deformación geométrica de la pared lateral del recipiente.
9. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1, que comprende asimismo una pestaña (144) que se extiende desde la pared lateral configurada para acoplarse con una tapa rígida.
10. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 9, en el que la pestaña se acopla con una tapa metálica de doble costura.
11. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 1
 - en el que la parte flexible y la pared lateral definen una parte sellable del recipiente formada por una capa interna (460) y una capa externa (462) de un primer material moldeable y una capa de núcleo interior (464) de un segundo material moldeable encerrado dentro de la capa interna y la capa externa, y
 - la parte de faldón formada por el material de la capa interna, y sustancialmente libre del segundo material moldeable.
12. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 11, en el que la parte de faldón está totalmente libre del segundo material moldeable.
13. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 11, en el que el primer material moldeable es uno de entre polietileno y polipropileno.
14. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 11, en el que la capa de núcleo interior es una de entre una capa de barrera y una capa de captación.

15. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 11, en el que una pestaña que se extiende desde la pared lateral está en el extremo abierto del recipiente y configurado para acoplarse con una tapa rígida.
- 5 16. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 15, en el que la pestaña se acopla con una tapa metálica de doble costura.
17. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 15, en el que la capa de núcleo interior se extiende dentro de la pestaña.
- 10 18. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según la reivindicación 11, en el que el primer material moldeable y el segundo material moldeable son transparentes o translúcidos.
- 15 19. Recipiente de plástico esterilizable en retorta según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, en el que la capa de núcleo interior se extiende dentro de un intervalo comprendido entre el 95 % y el 99 % de la parte sellable del recipiente.

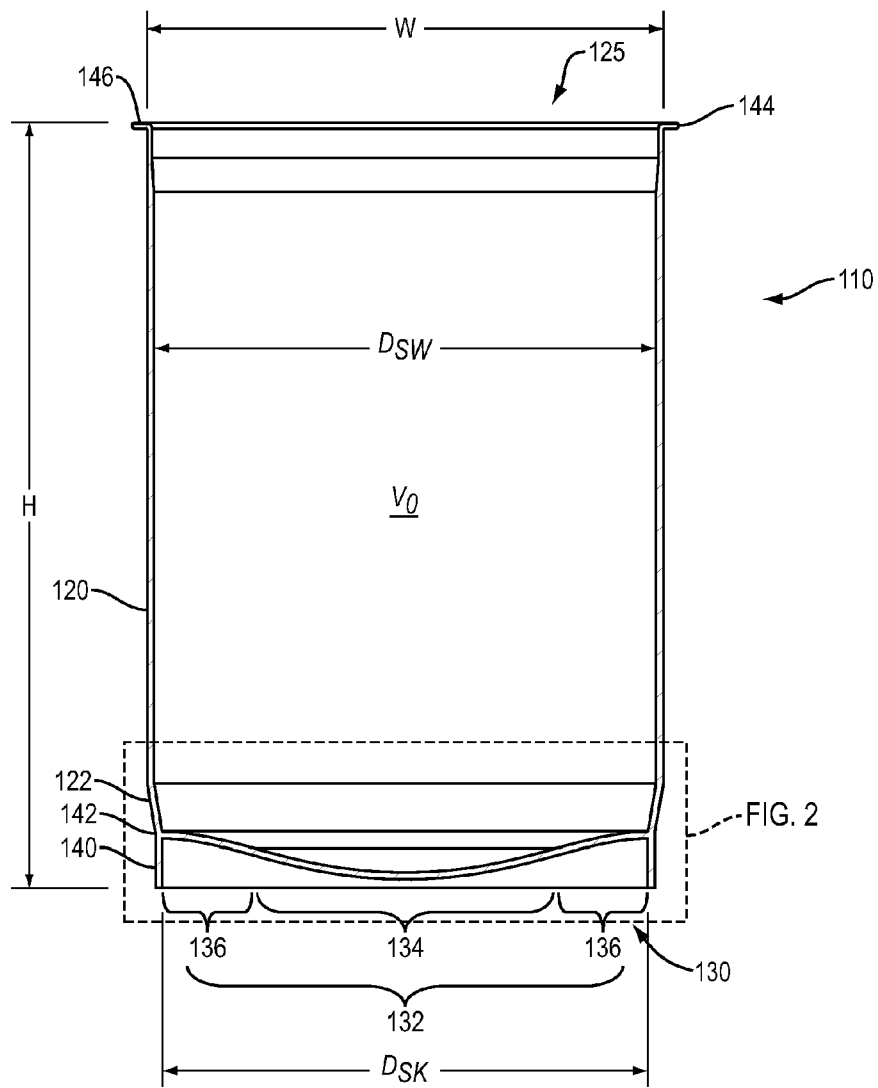


FIG. 1

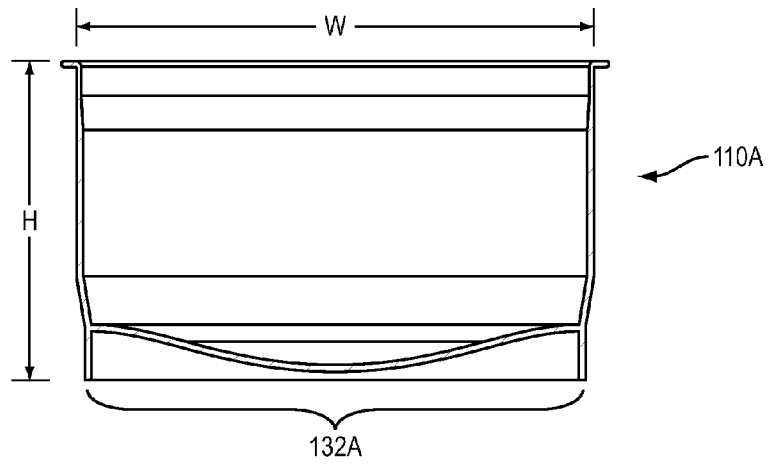


FIG. 1A

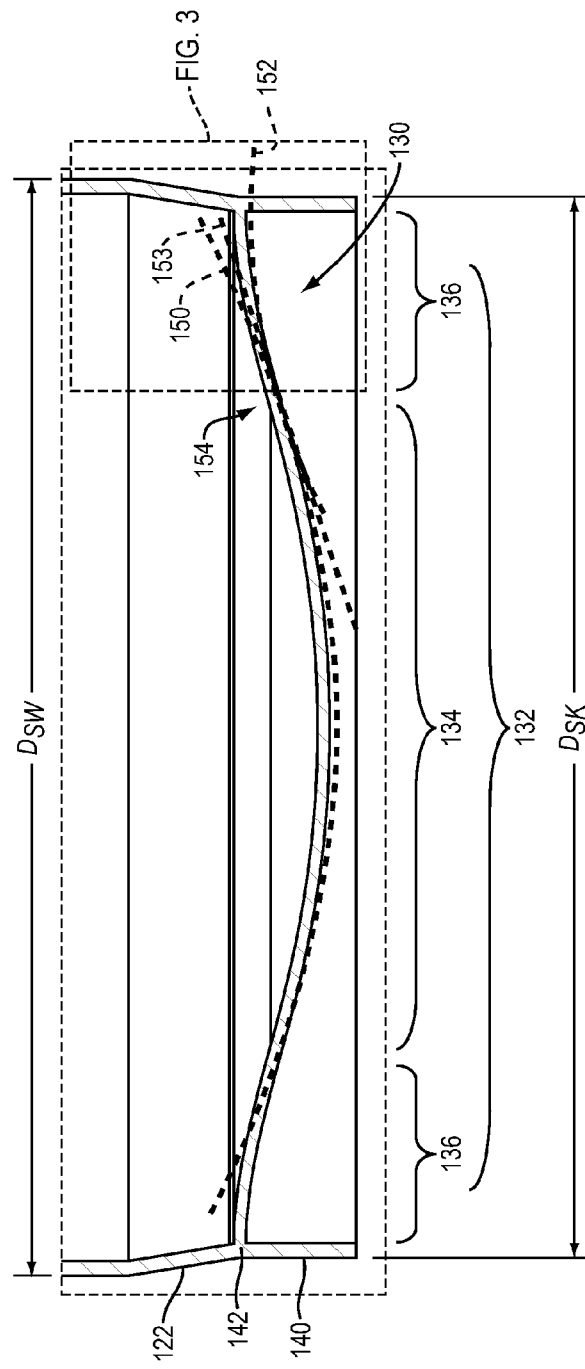


FIG. 2

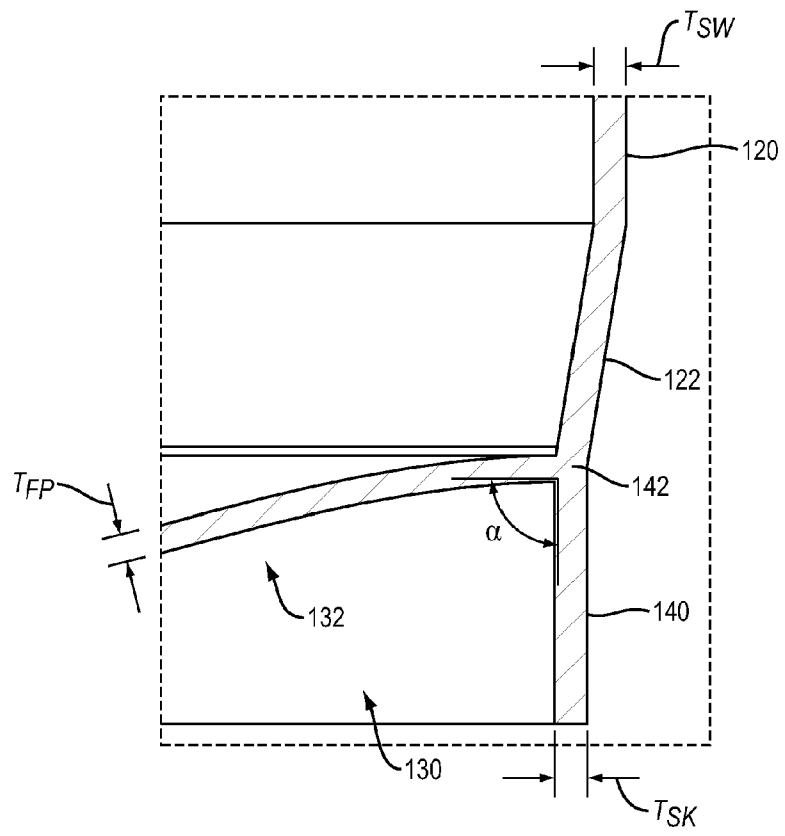


FIG. 3

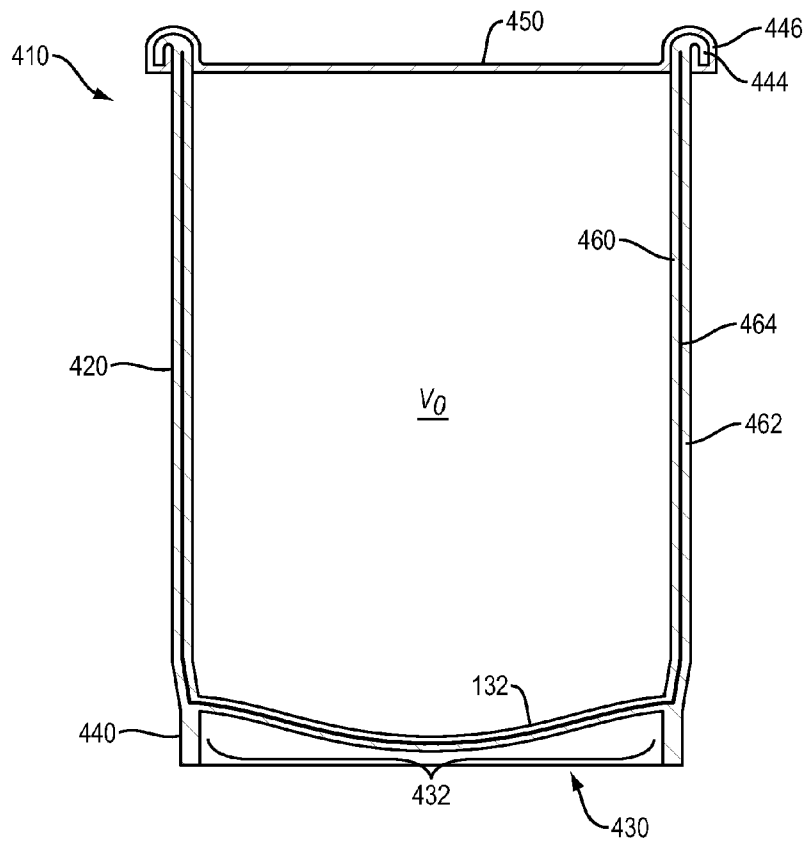


FIG. 4

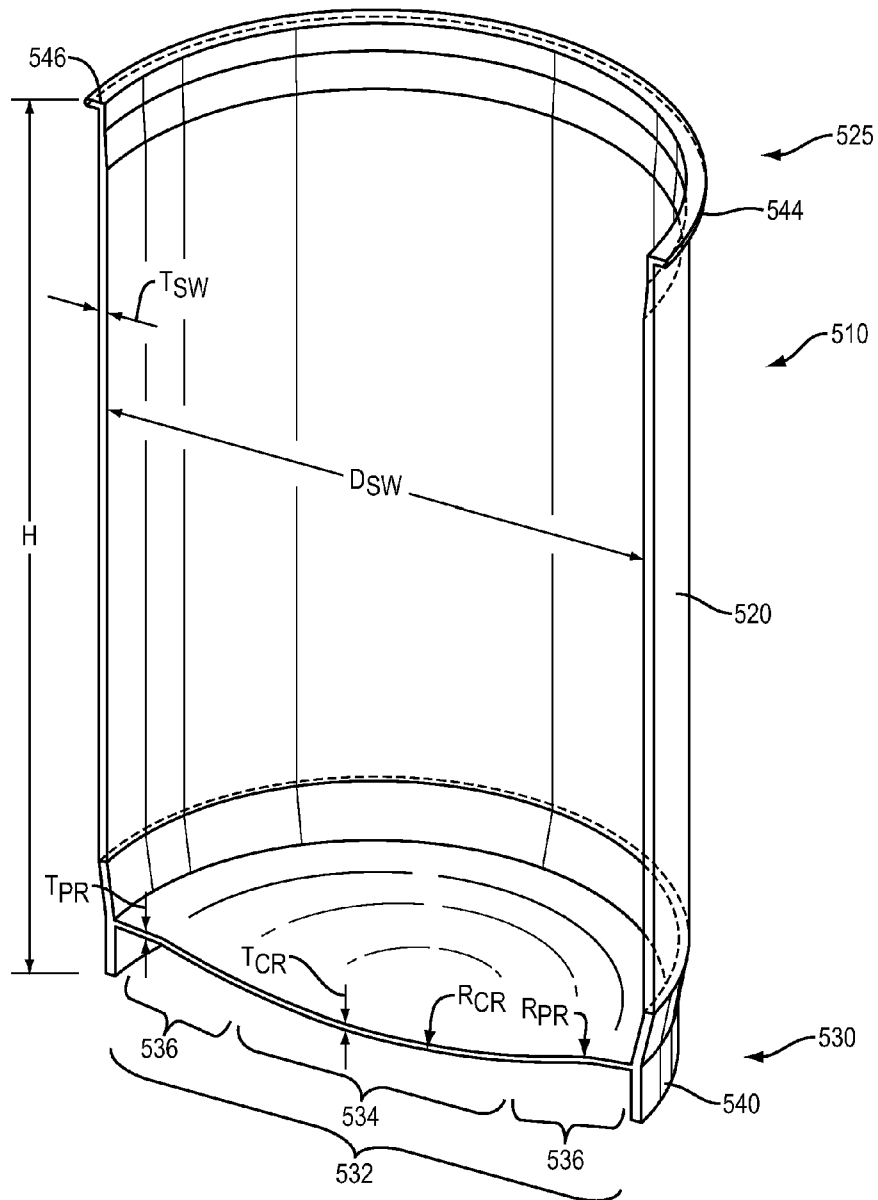


FIG. 5

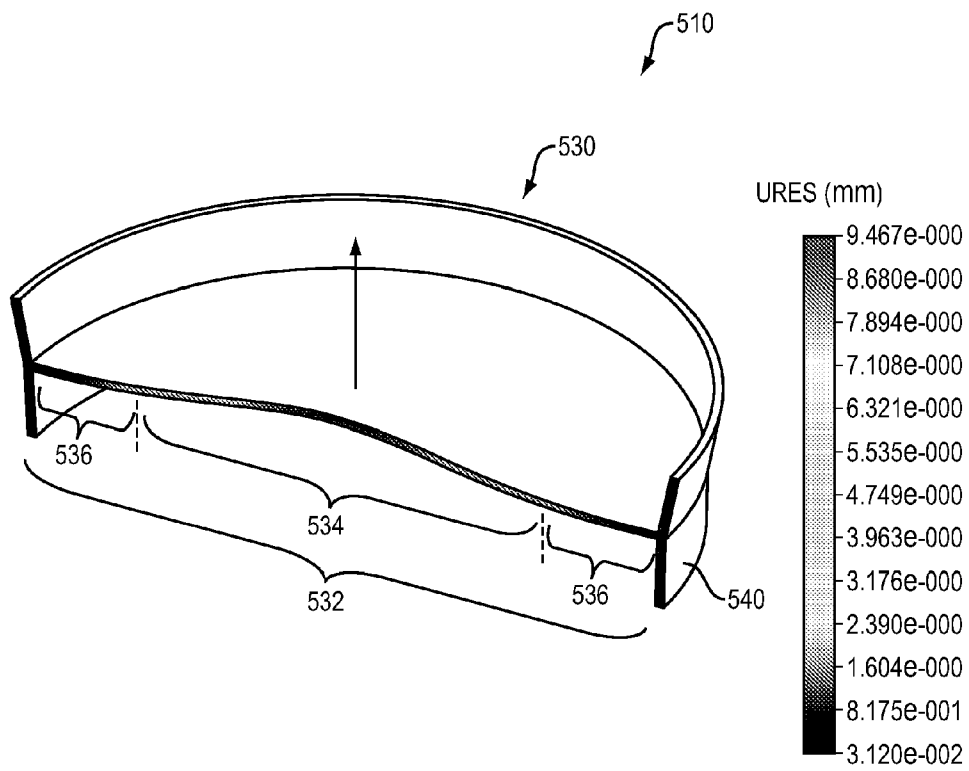


FIG. 6

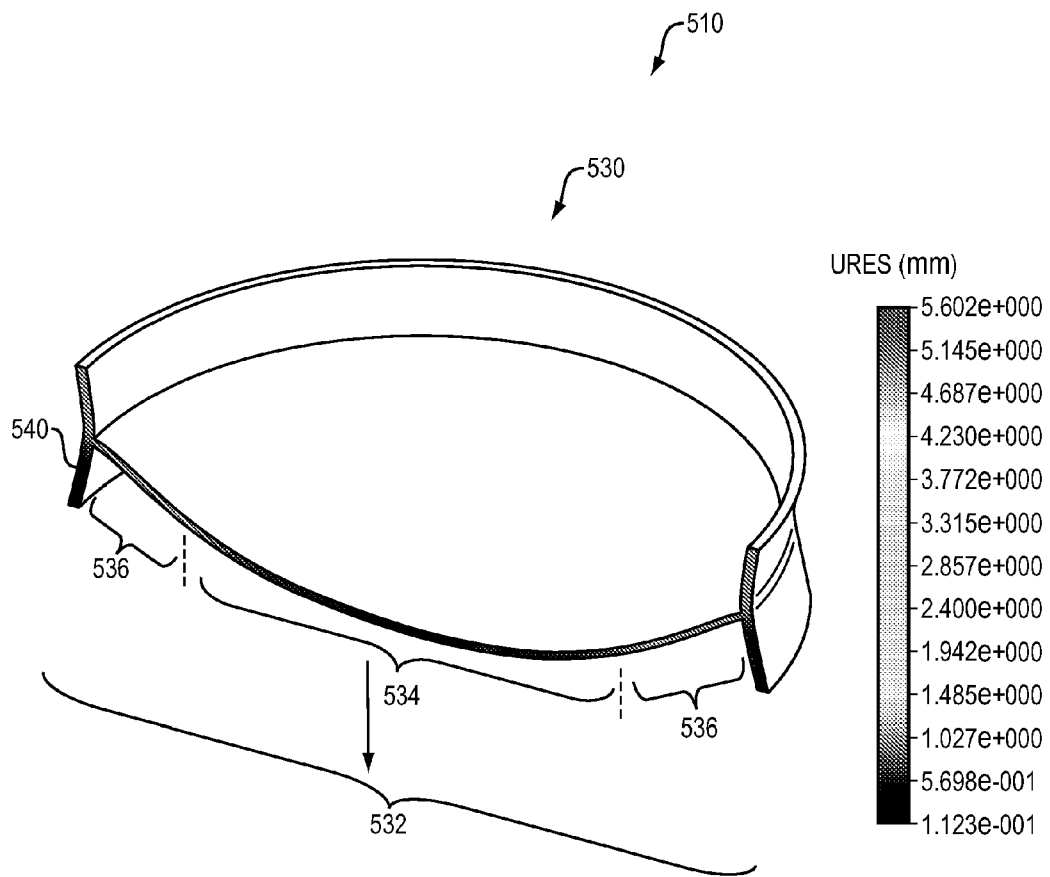


FIG. 7

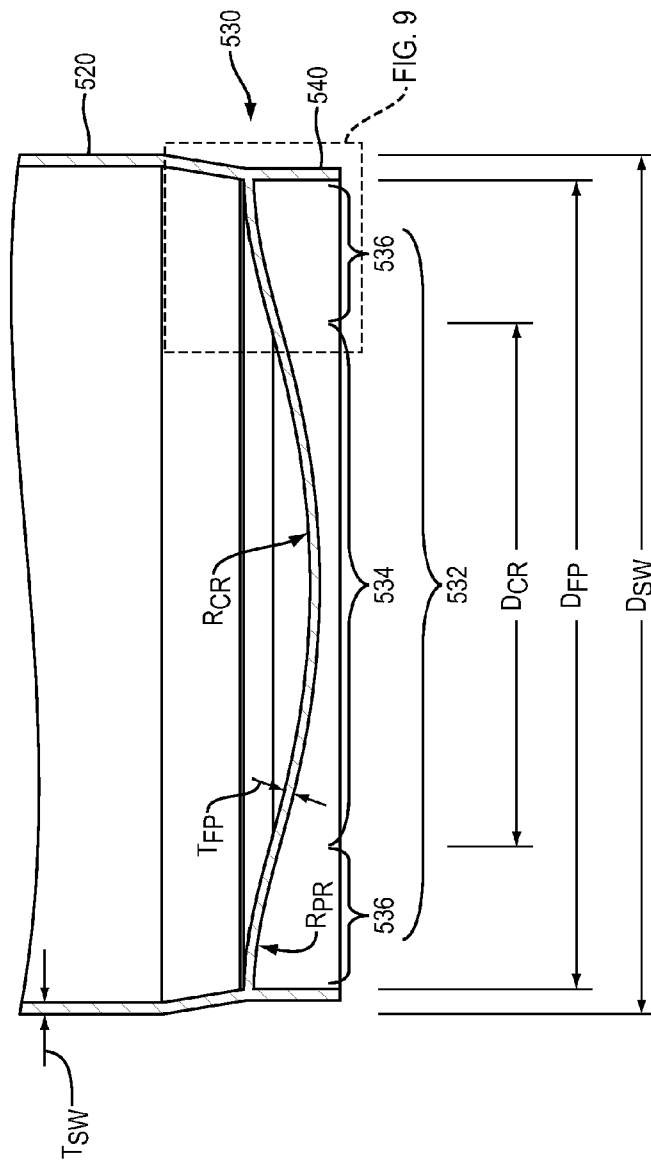


FIG. 8

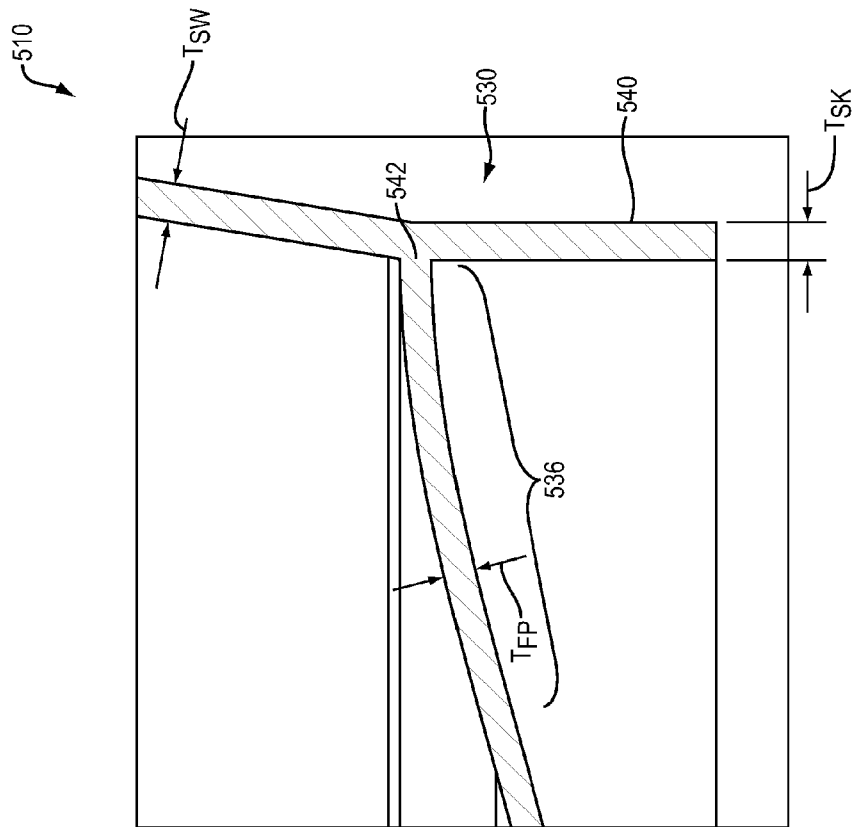


FIG. 9

DESPLAZAMIENTO AXIAL DE LA PORCIÓN FLEXIBLE FRENTE A LA PRESIÓN INTERNA NEGATIVA DE LA LATA A TEMPERATURA AMBIENTE

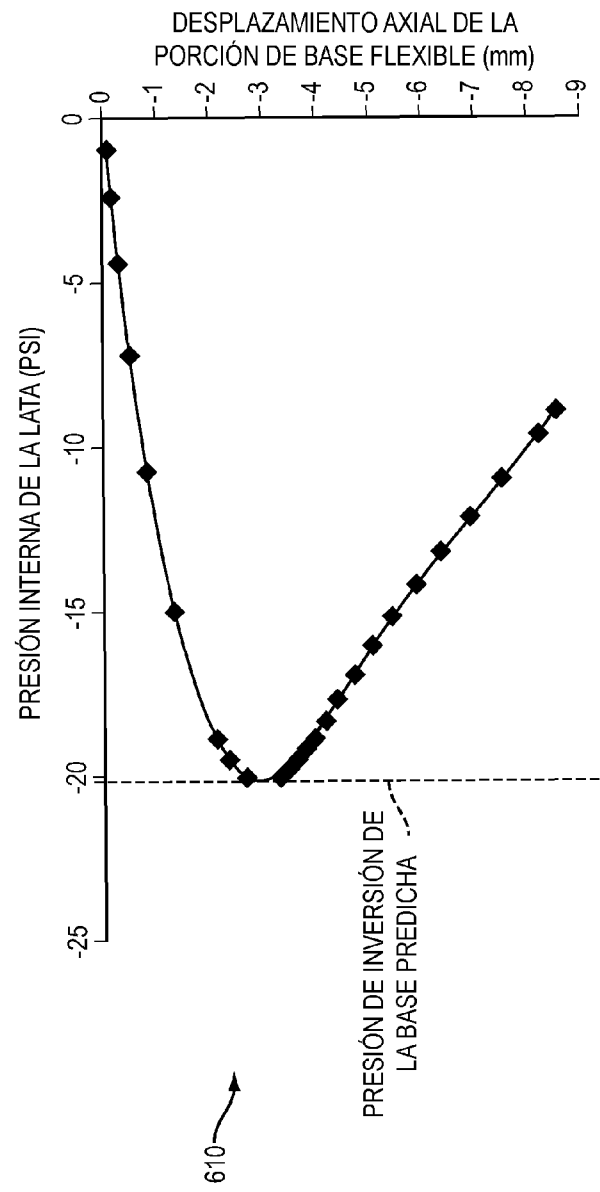


FIG. 10

DESPLAZAMIENTO AXIAL DE LA PORCIÓN FLEXIBLE FRENTE A LA PRESIÓN INTERNA POSITIVA DE LA LATA A TEMPERATURA AMBIENTE

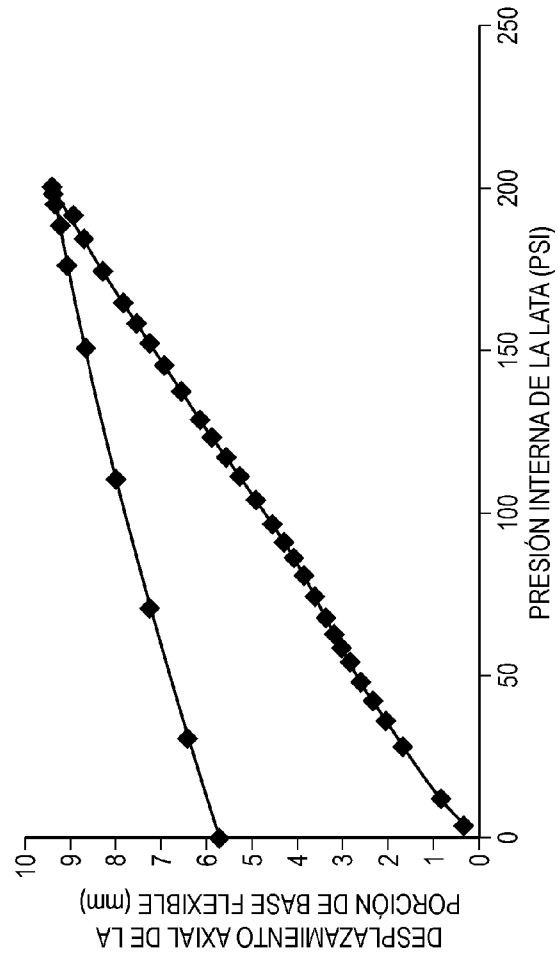


FIG. 11

612

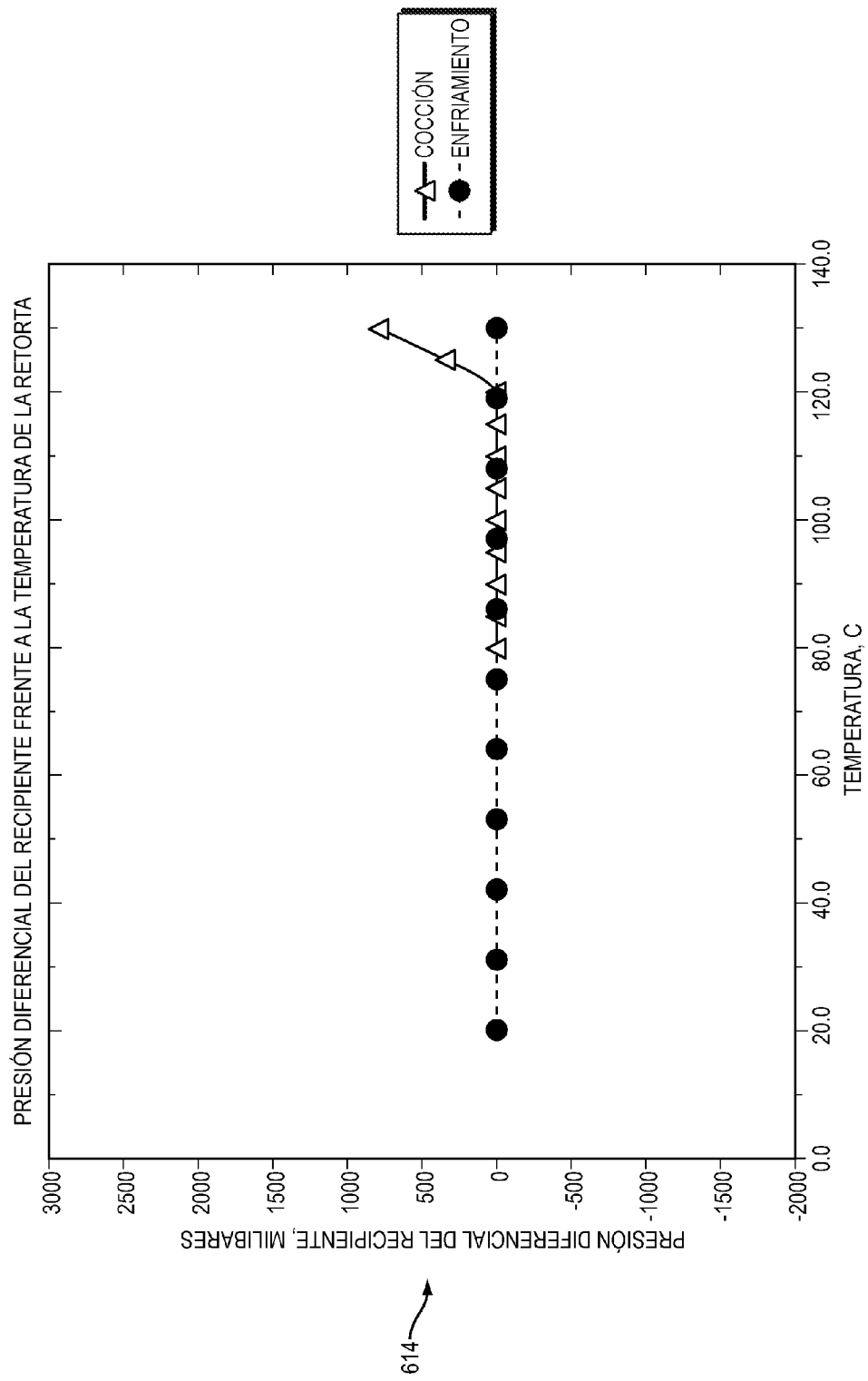
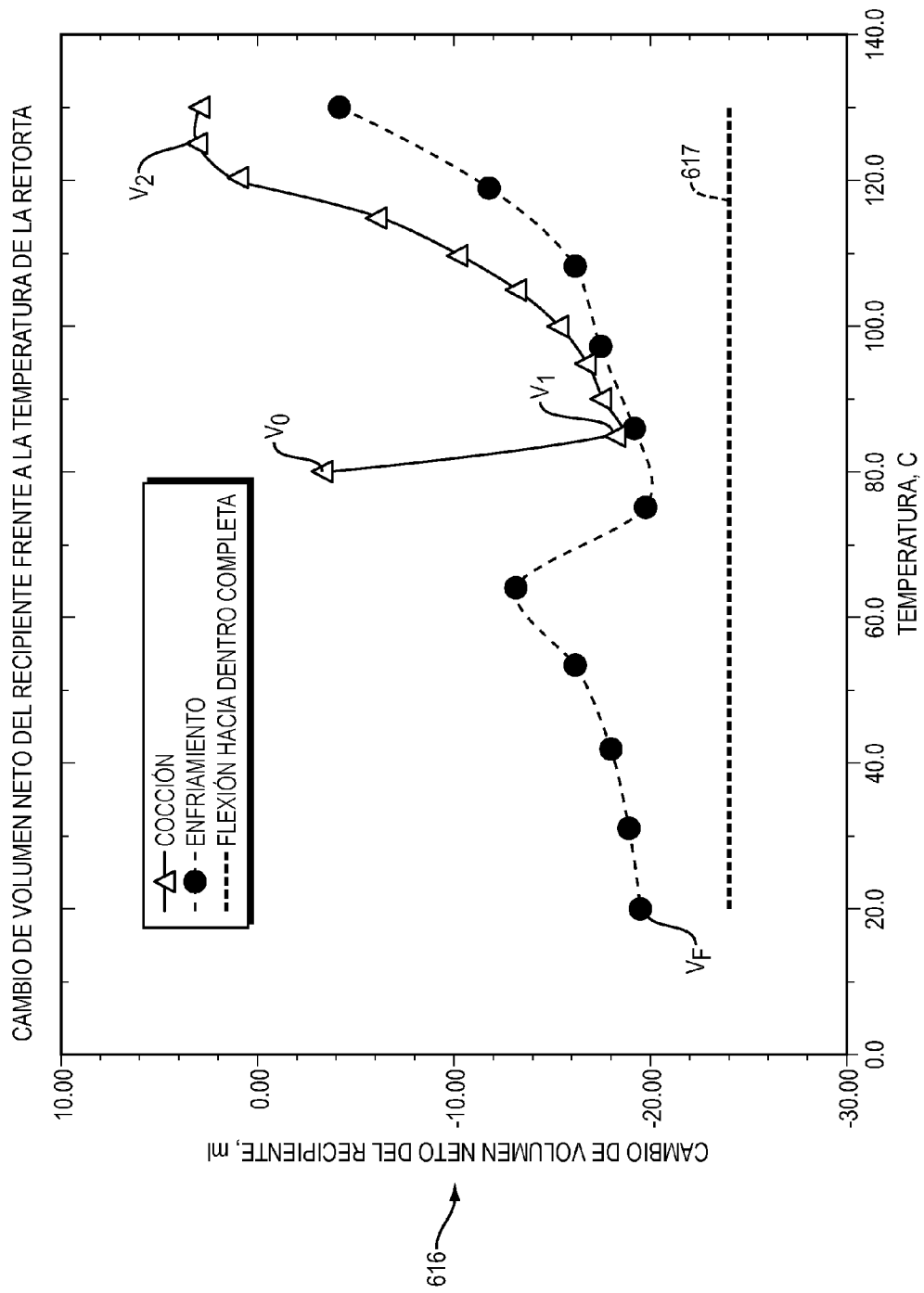


FIG. 12



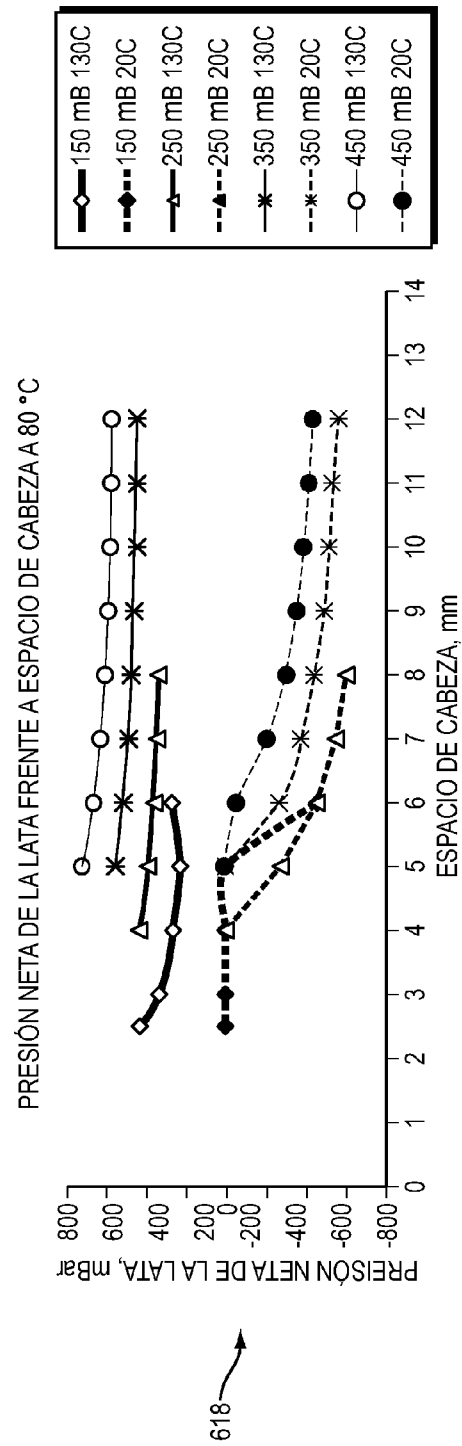


FIG. 14

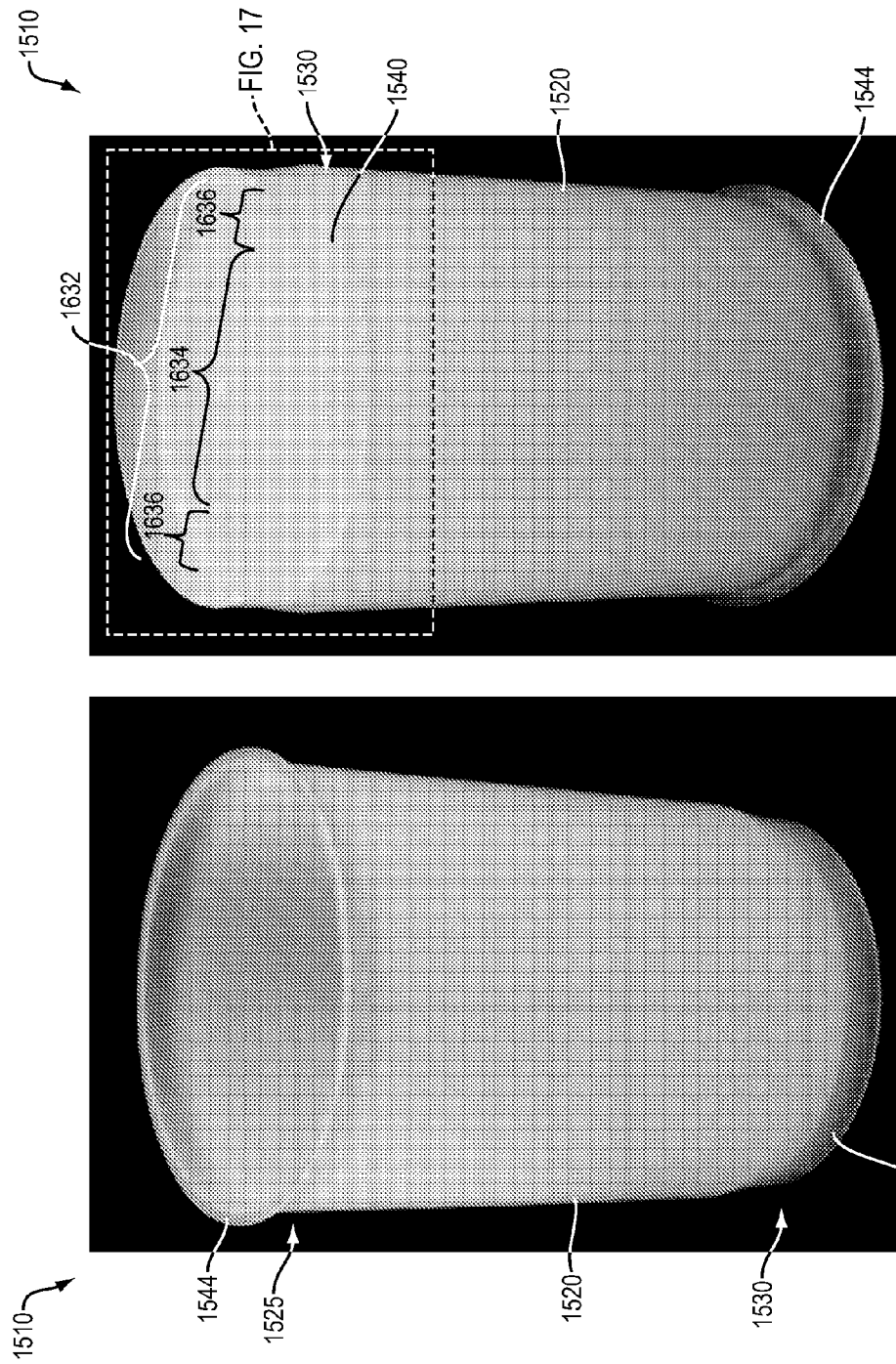


FIG. 16

FIG. 15

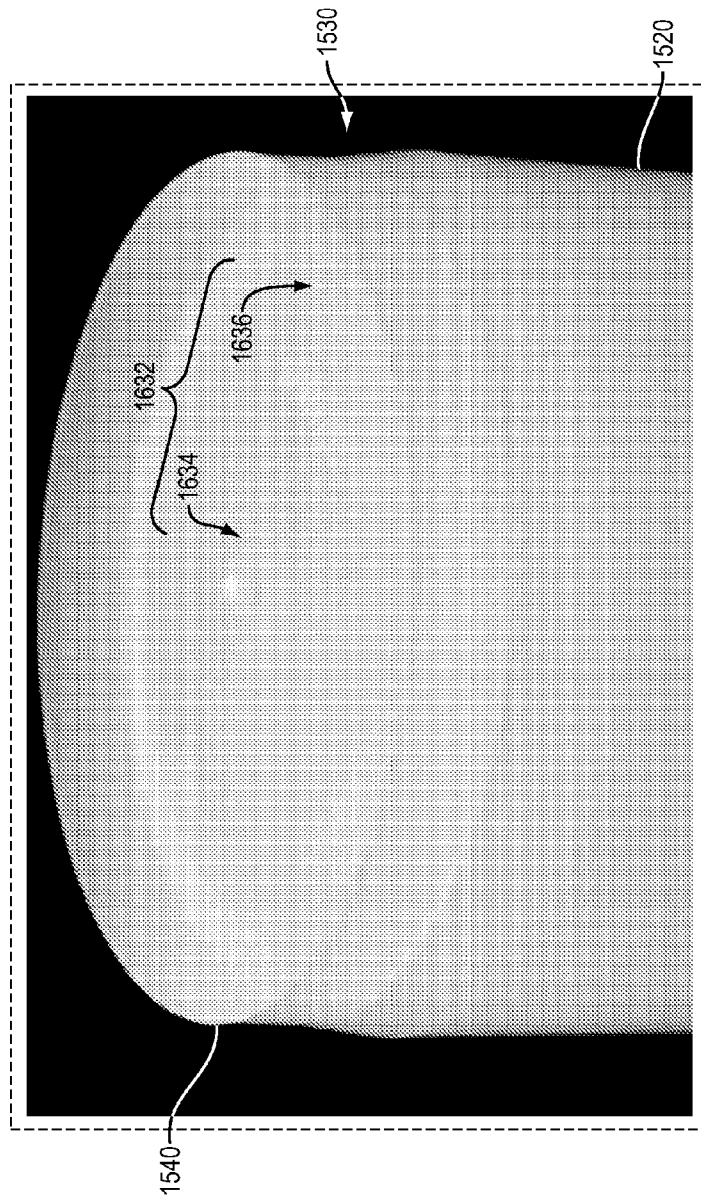


FIG. 17

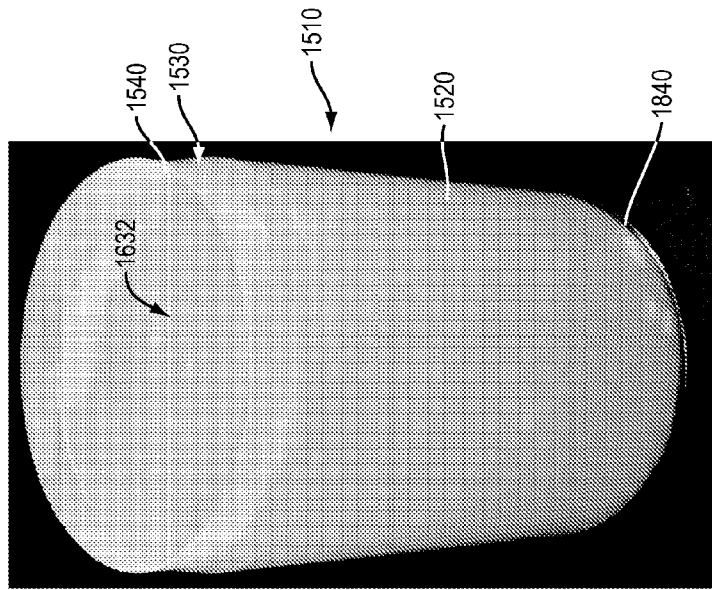


FIG. 19

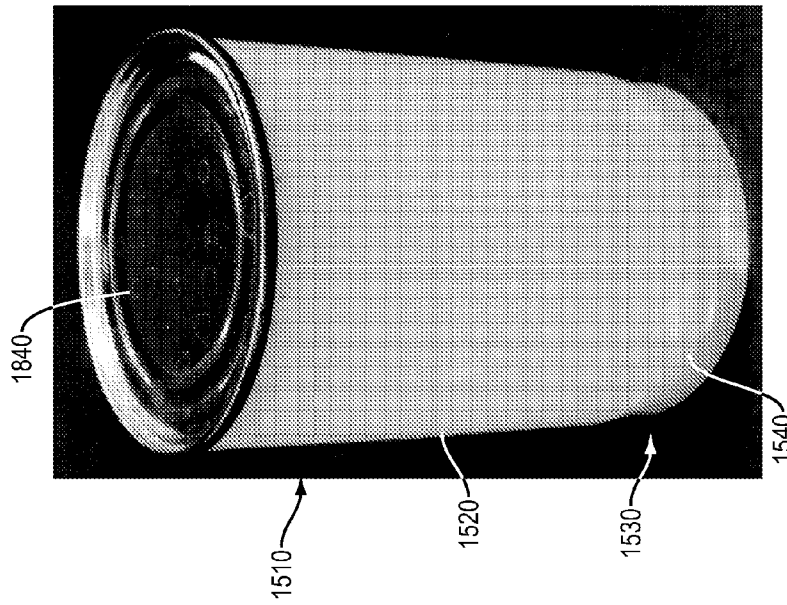


FIG. 18

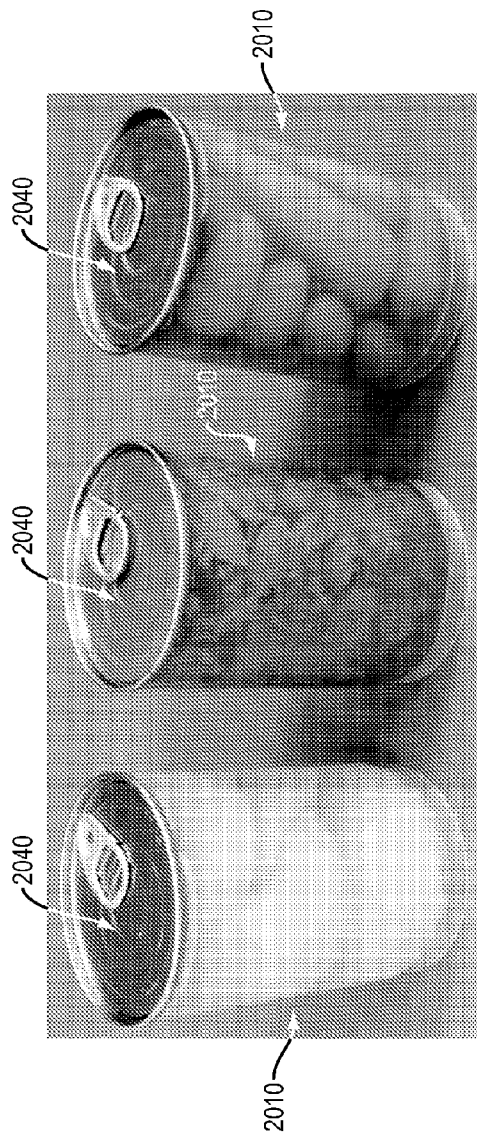


FIG. 20

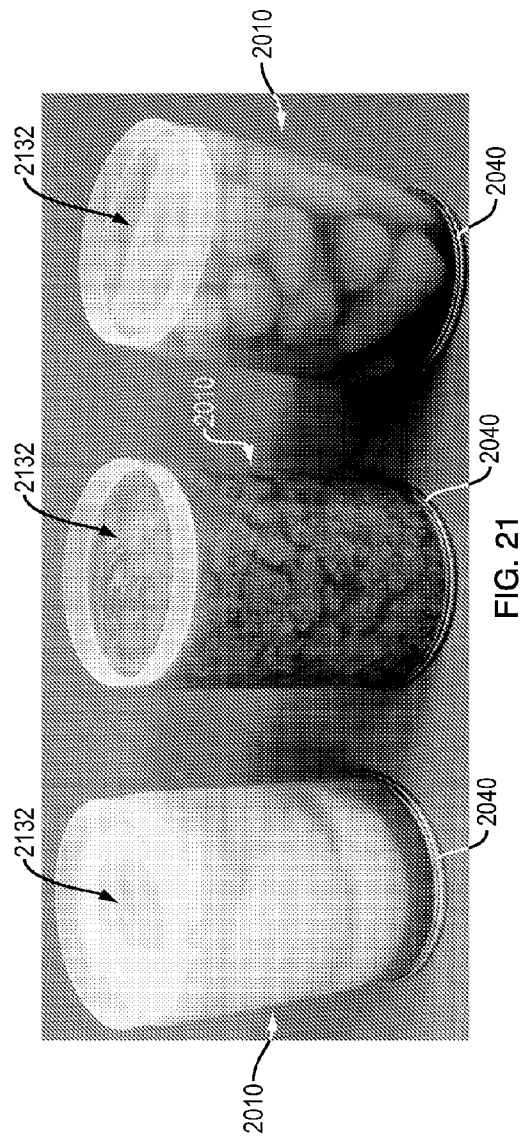


FIG. 21

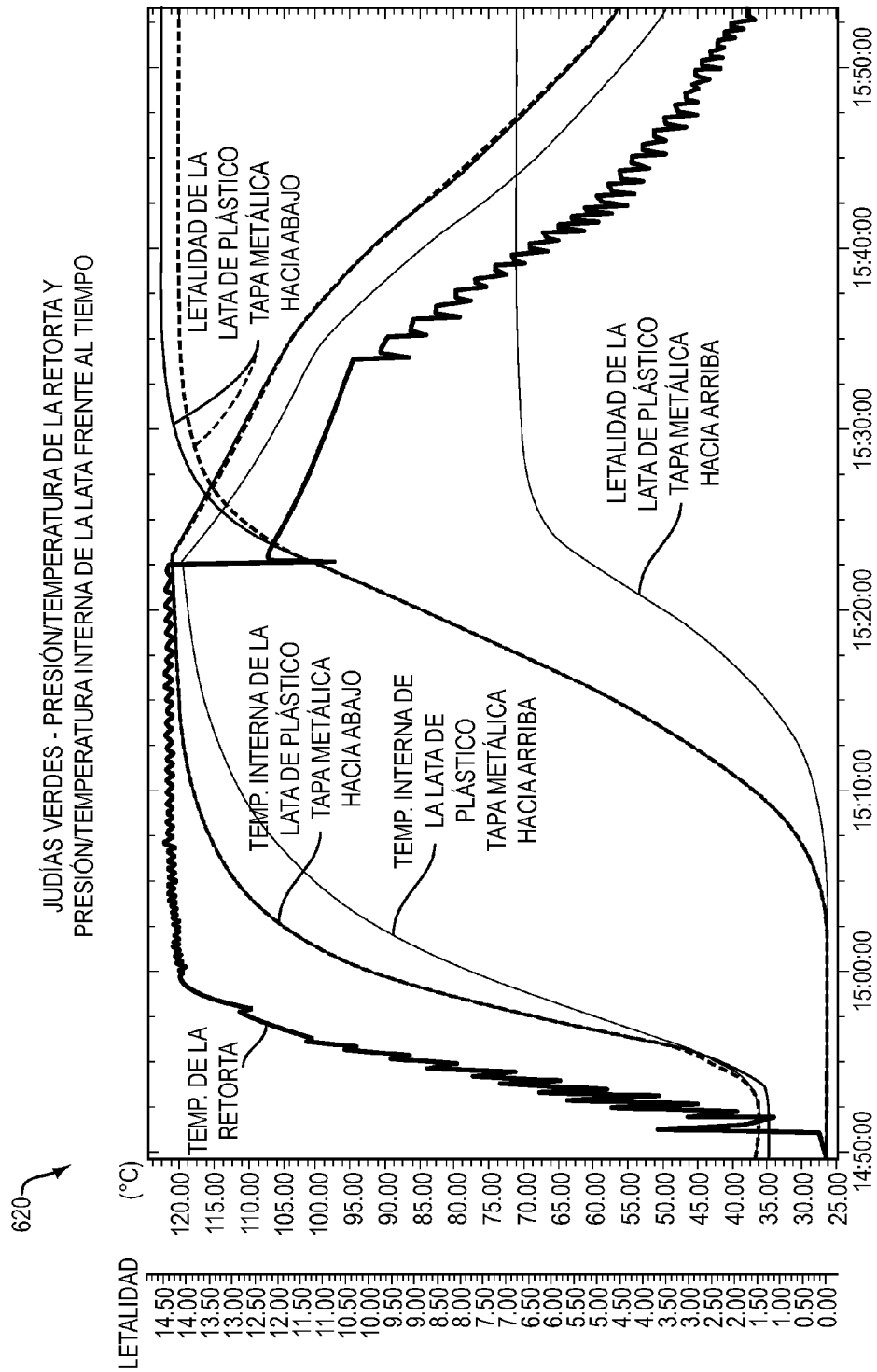


FIG. 22

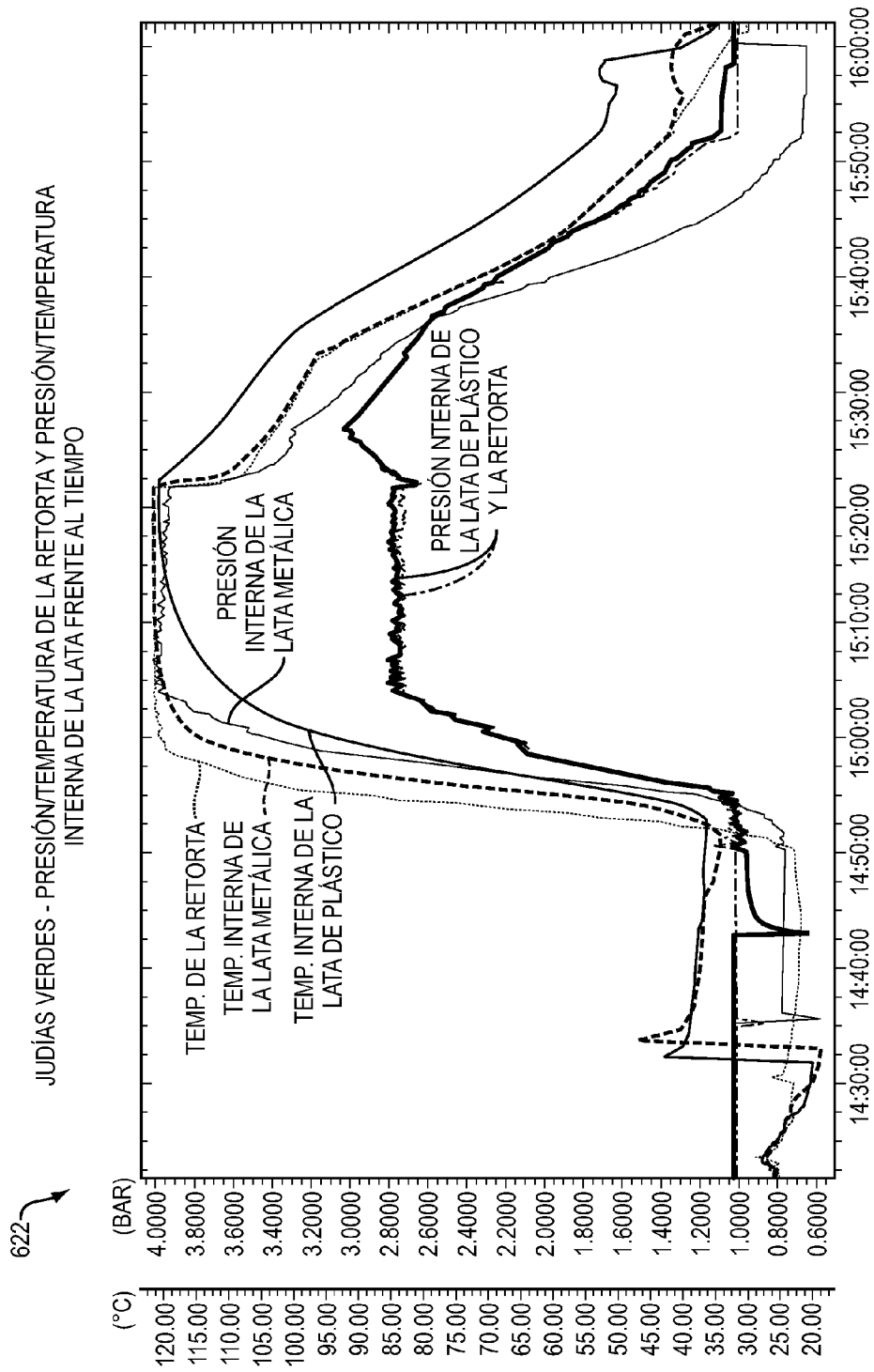


FIG. 23

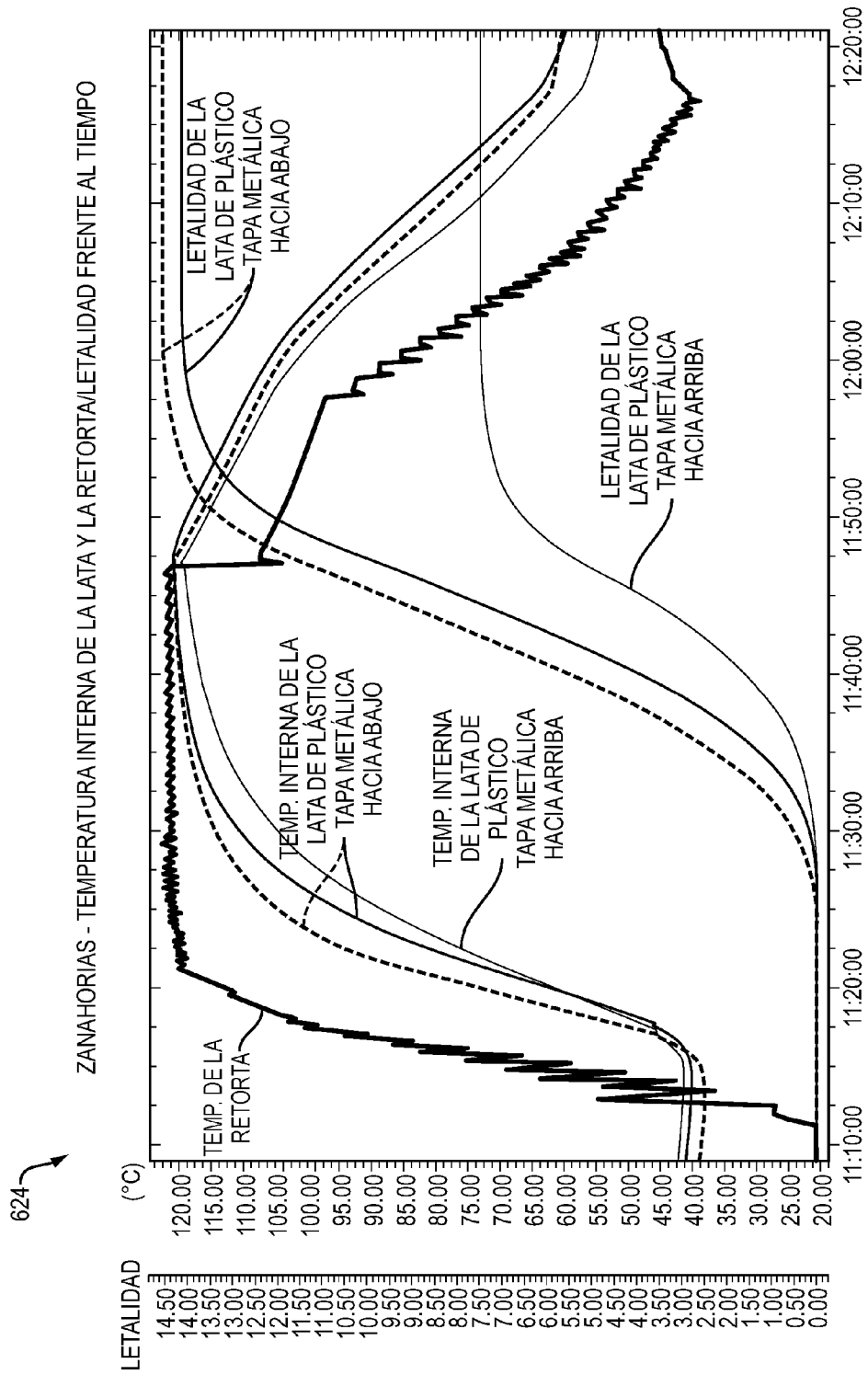


FIG. 24

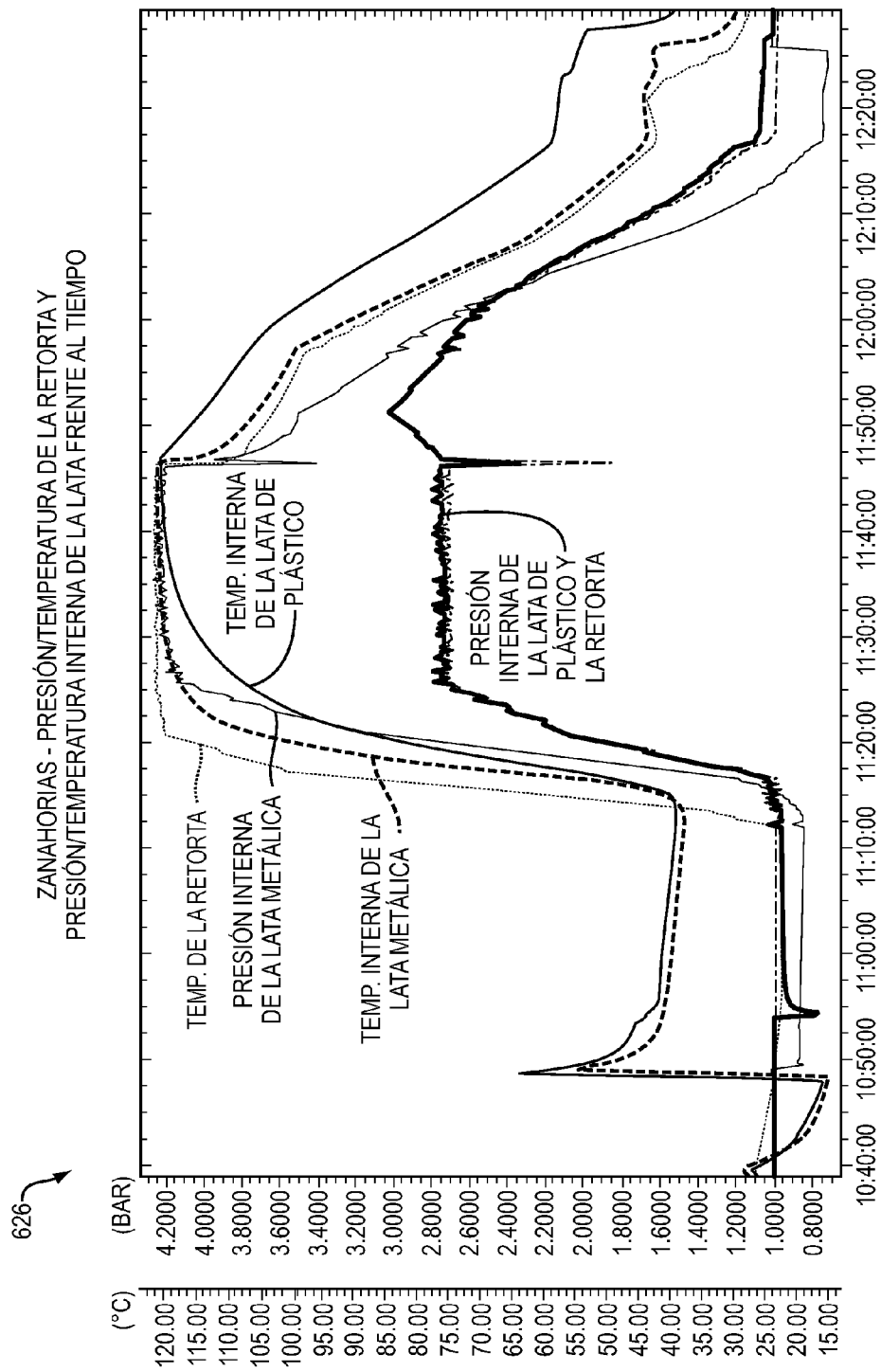


FIG. 25

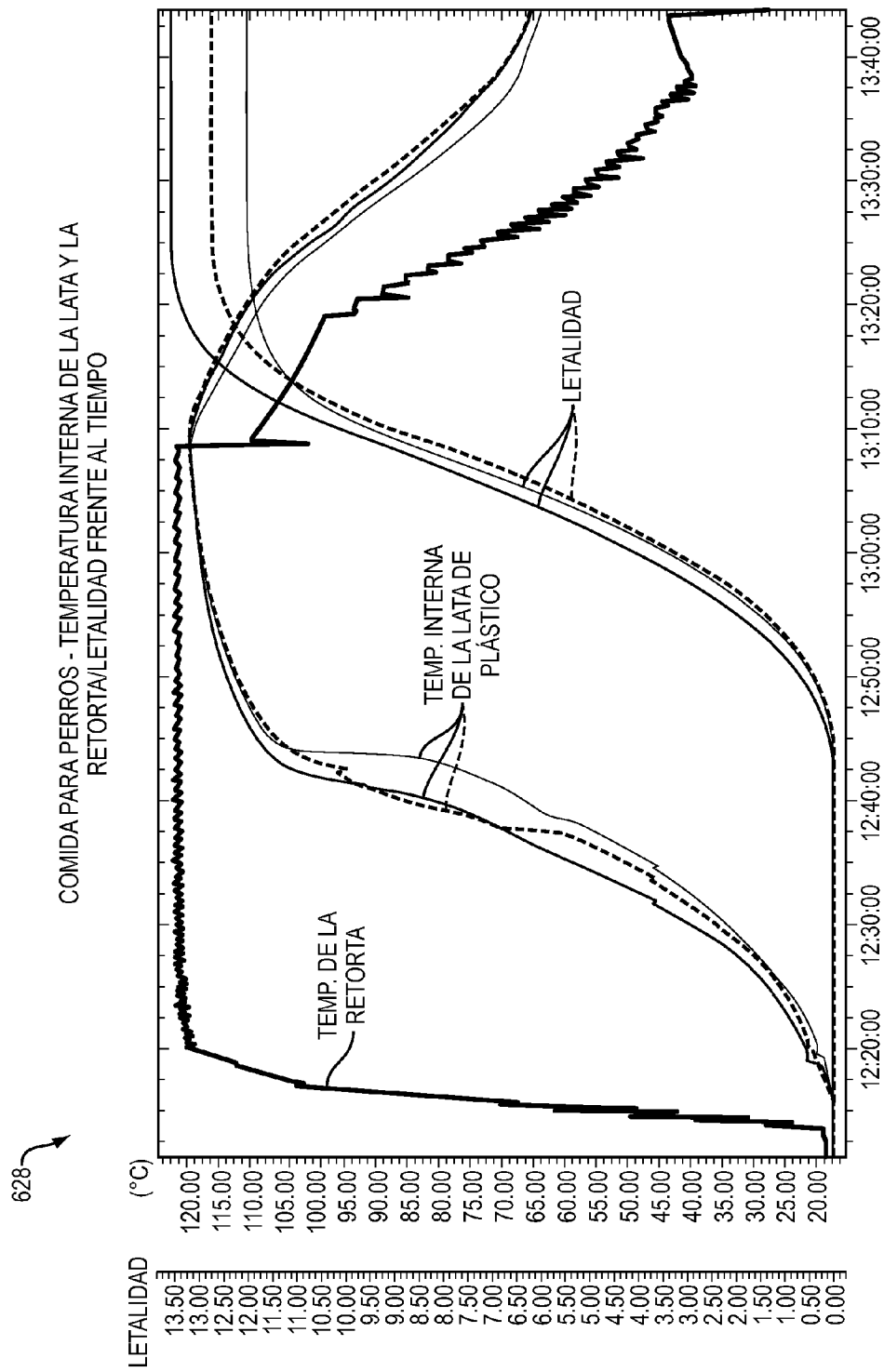


FIG. 26

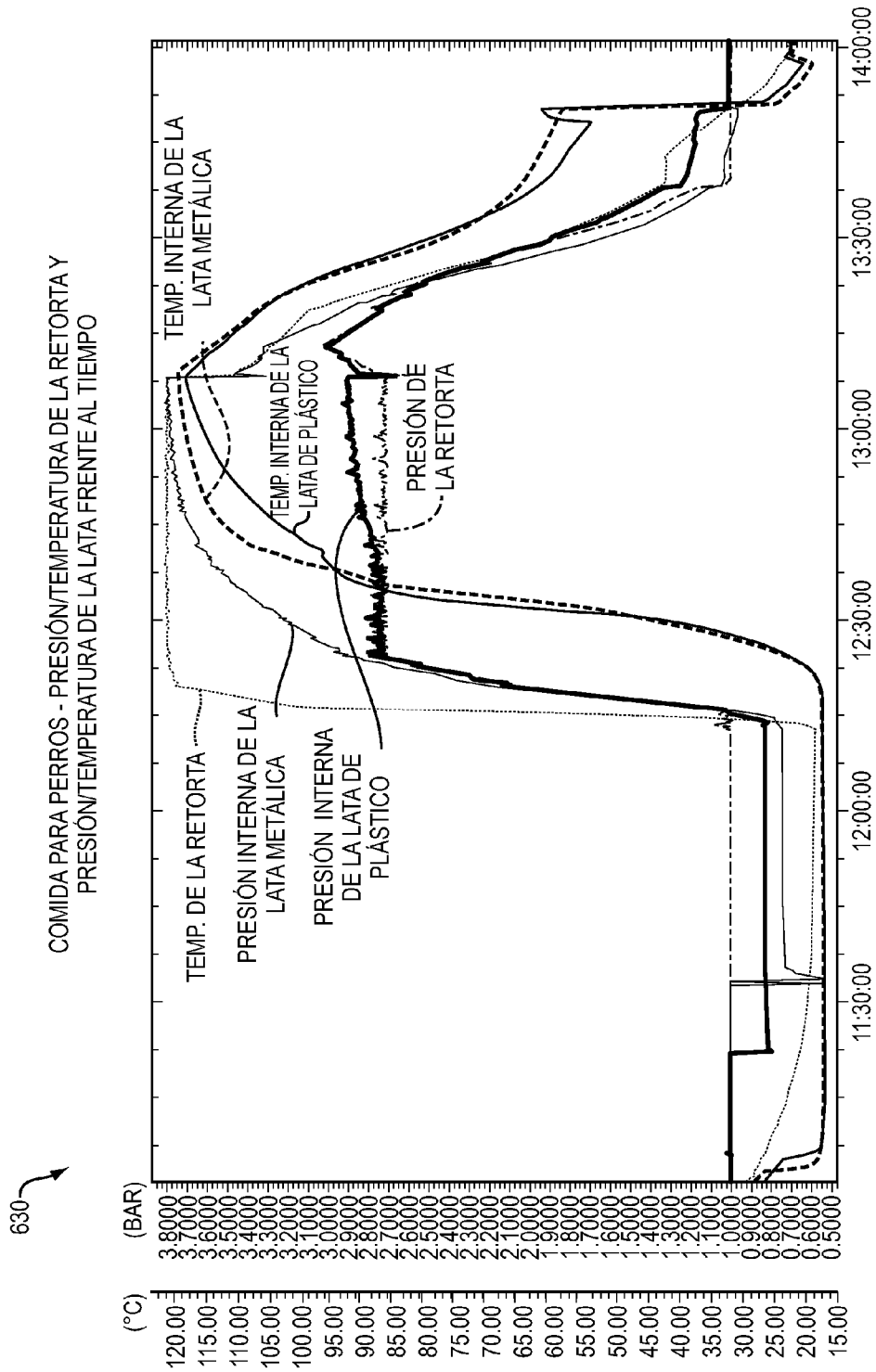


FIG. 27

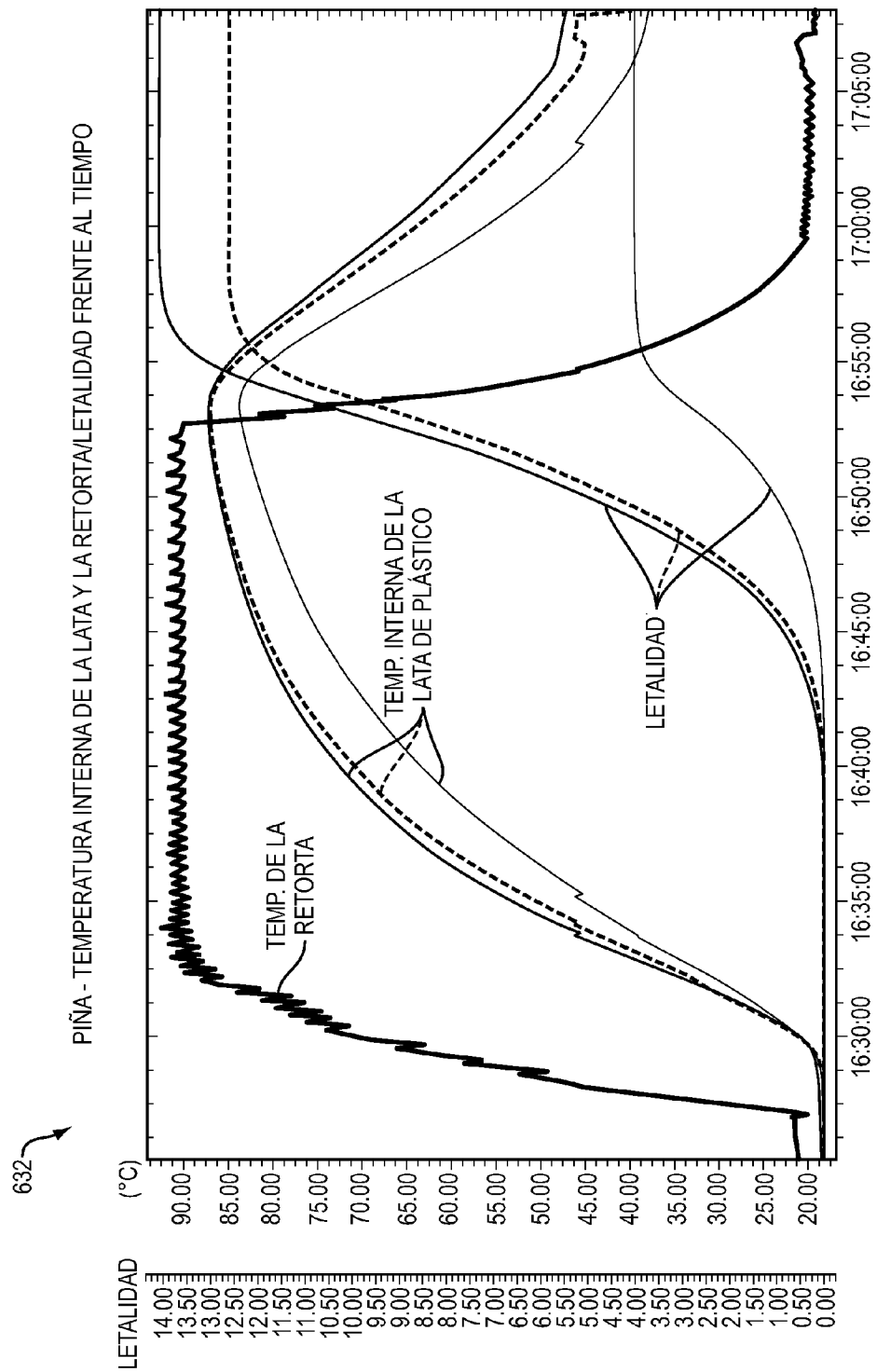


FIG. 28

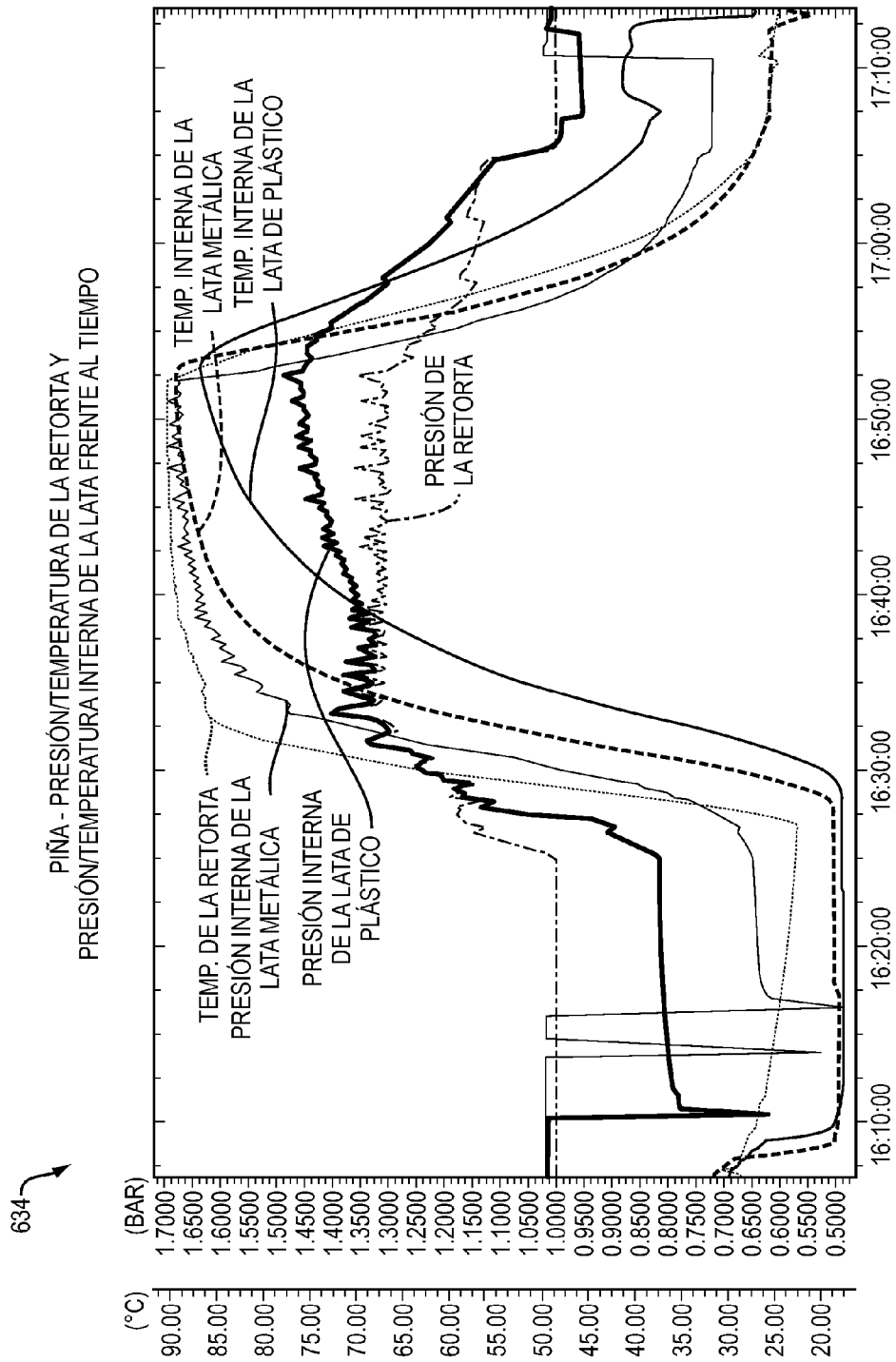


FIG. 29

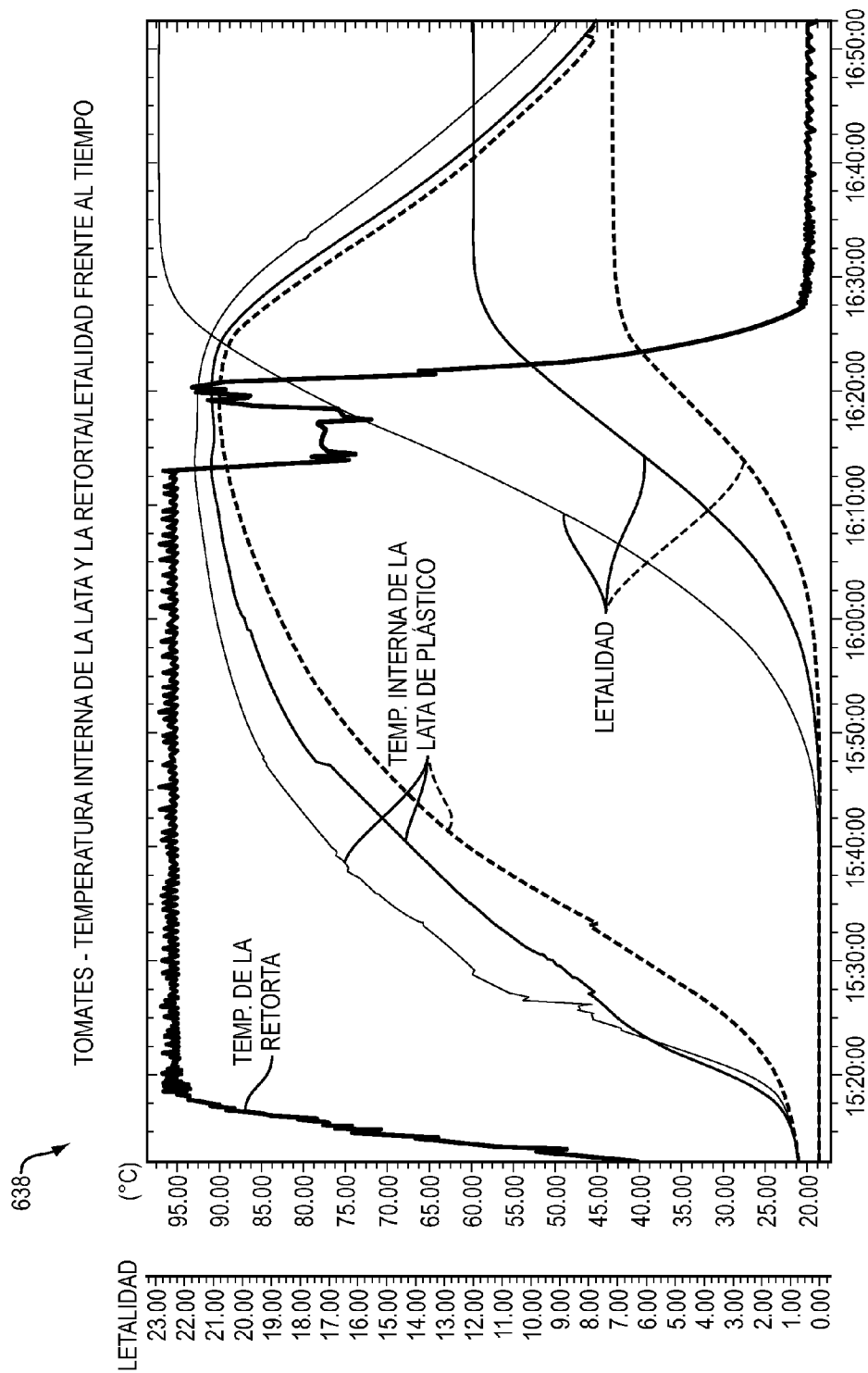


FIG. 30

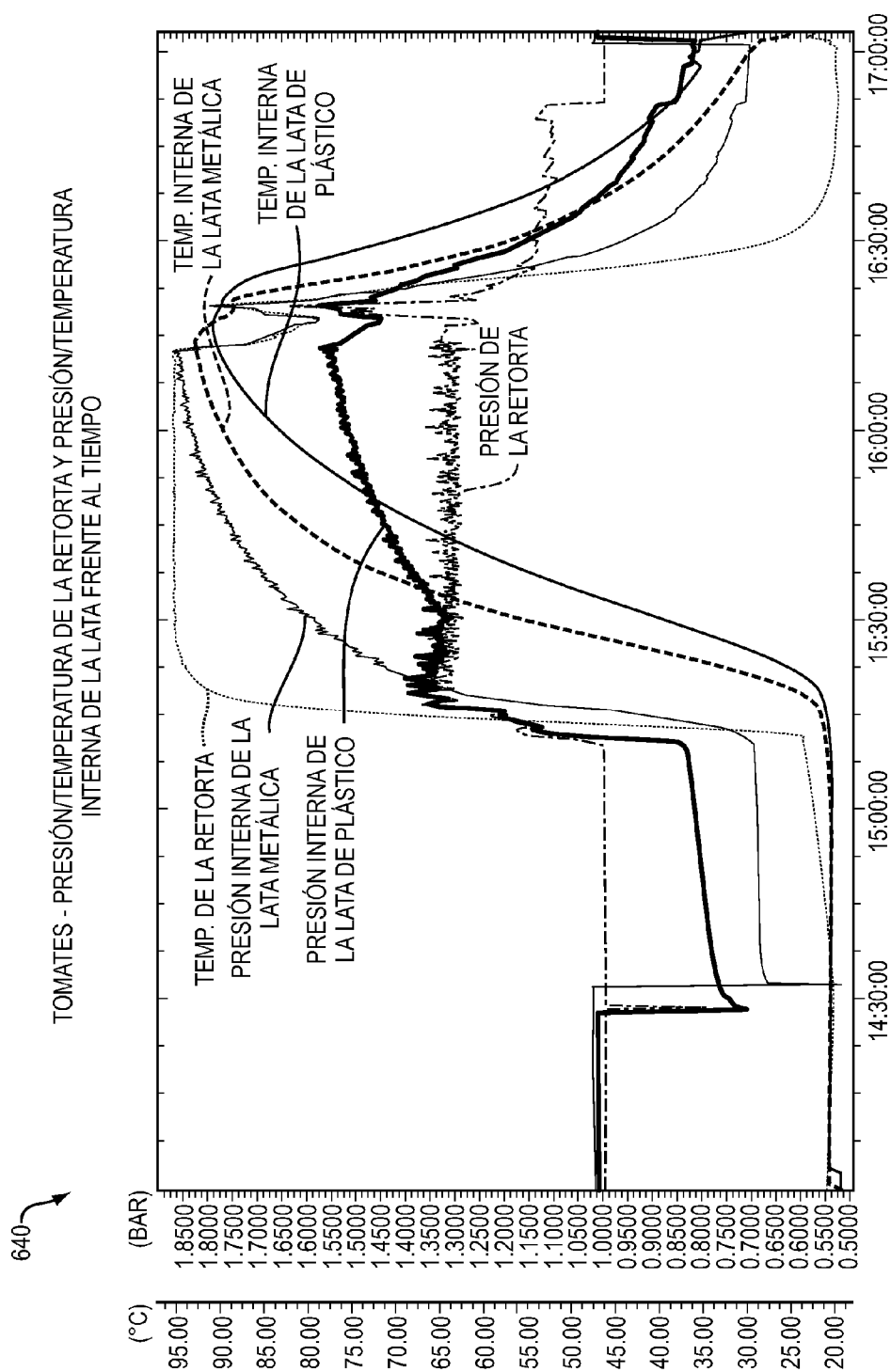


FIG. 31

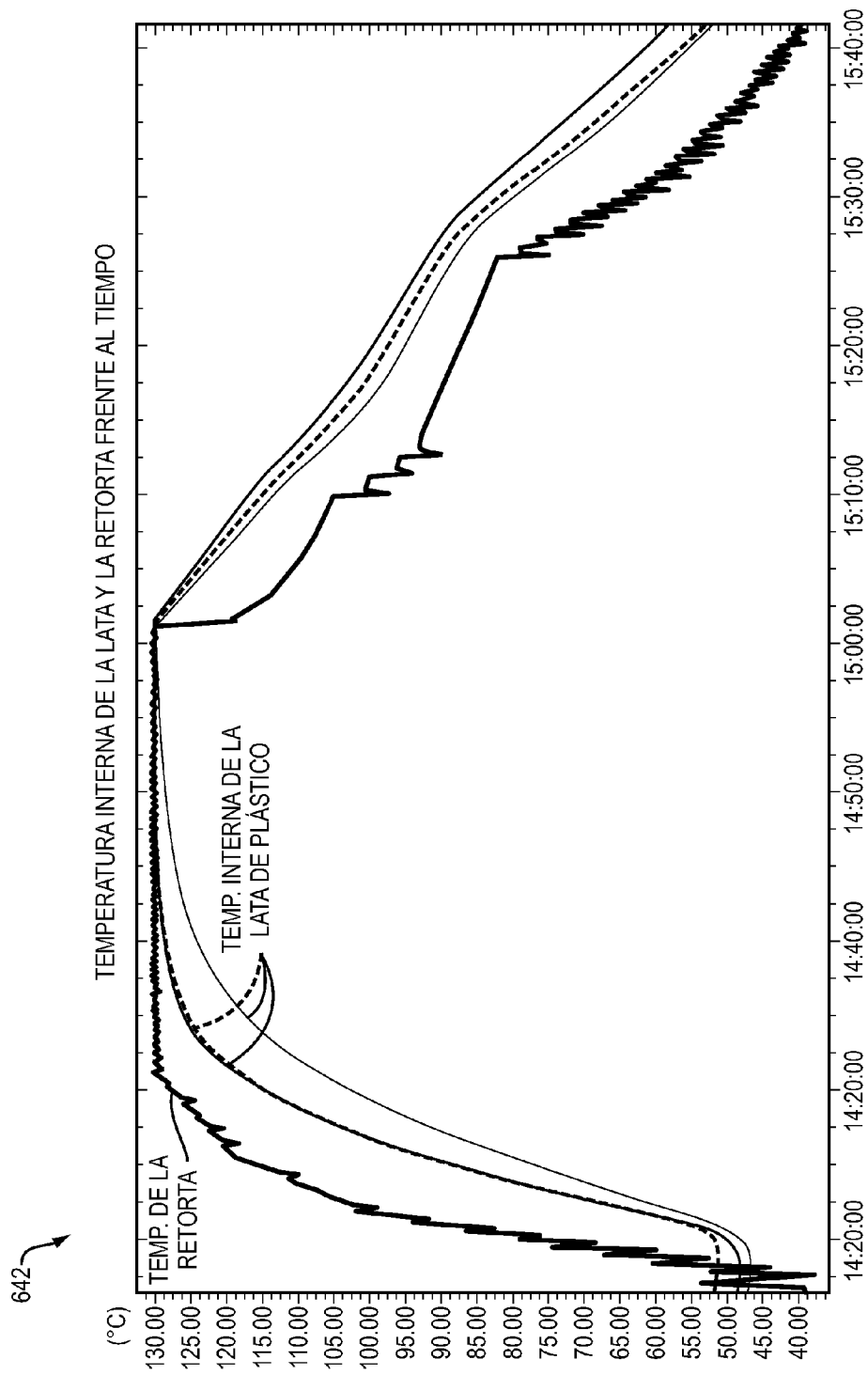


FIG. 32

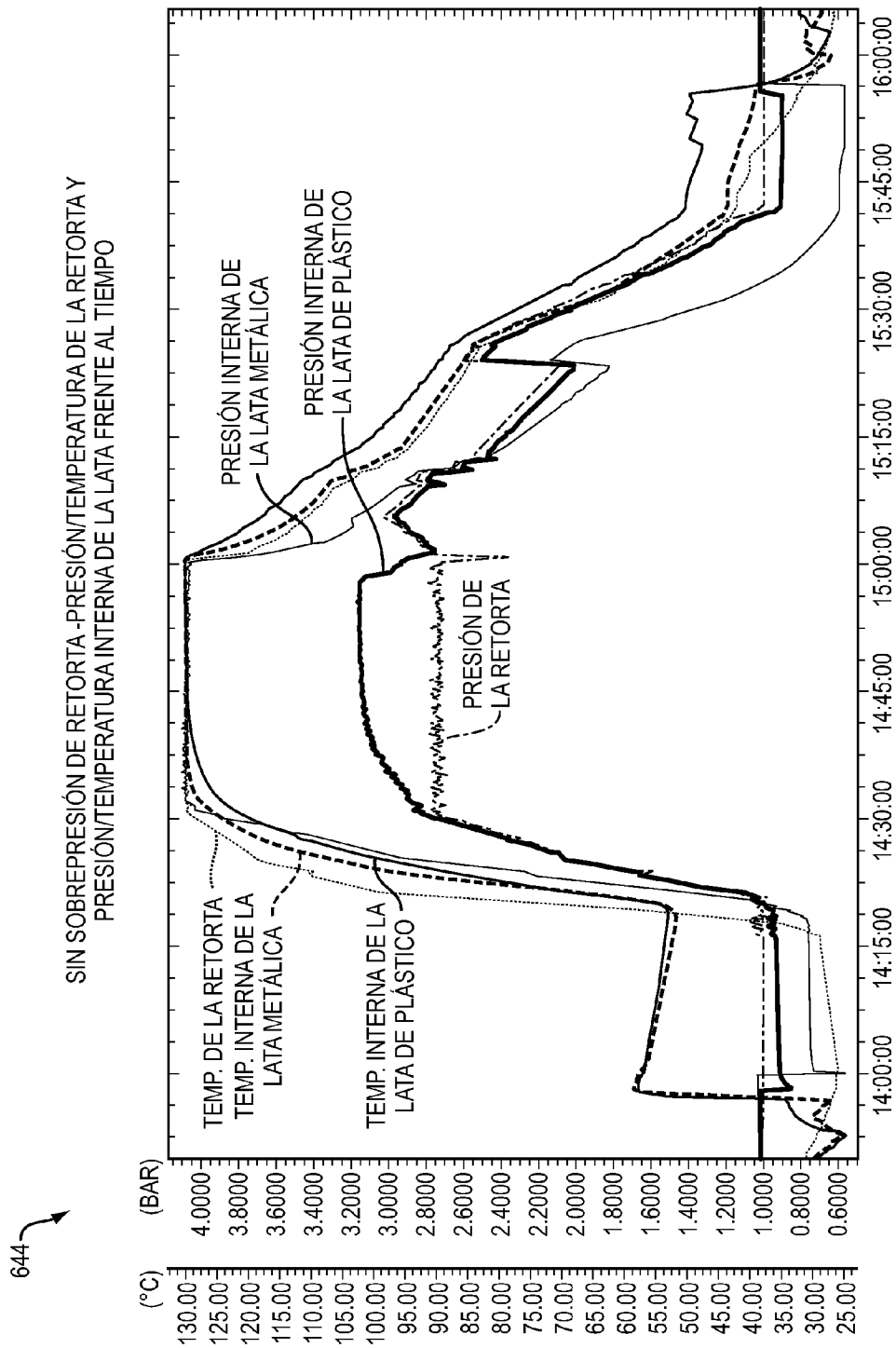


FIG. 33

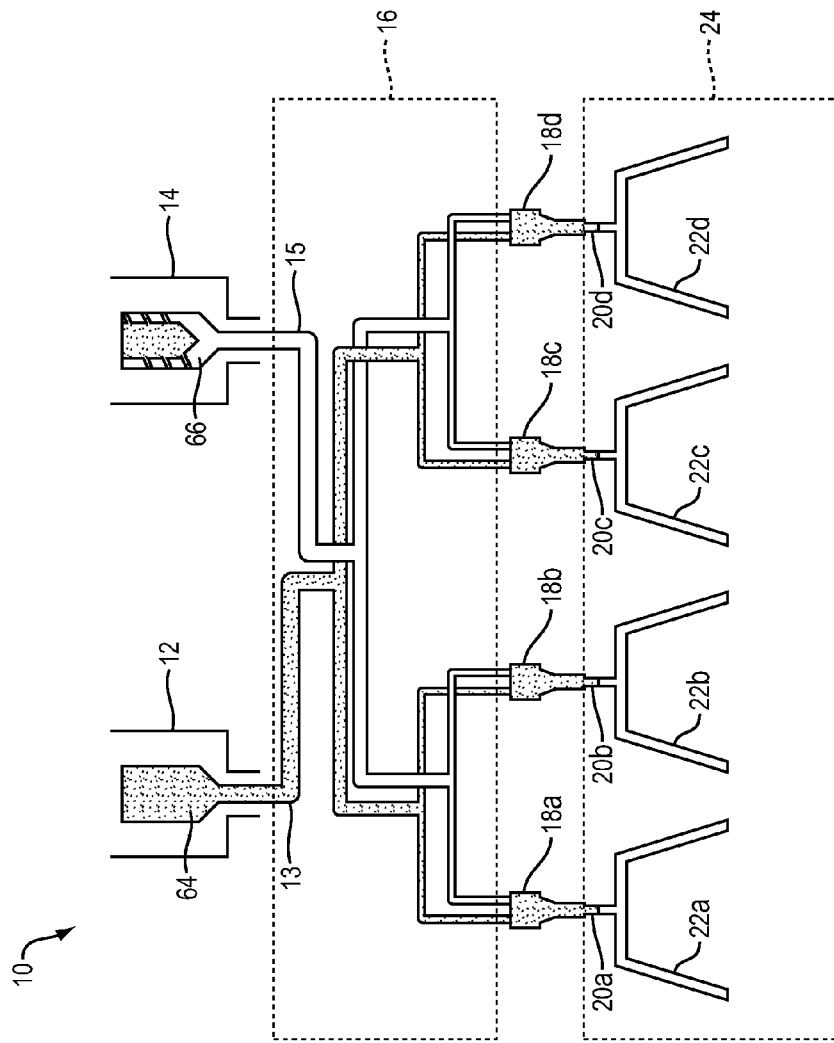


FIG. 34

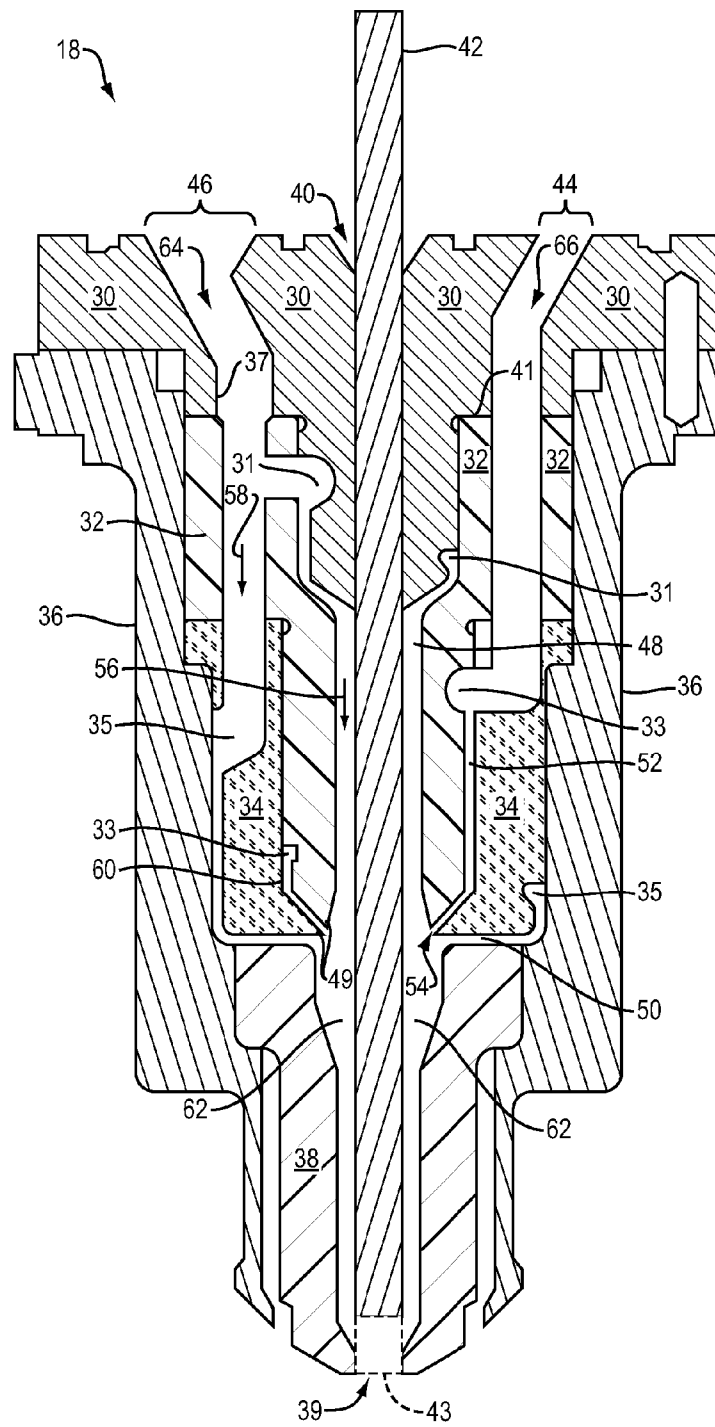


FIG. 35

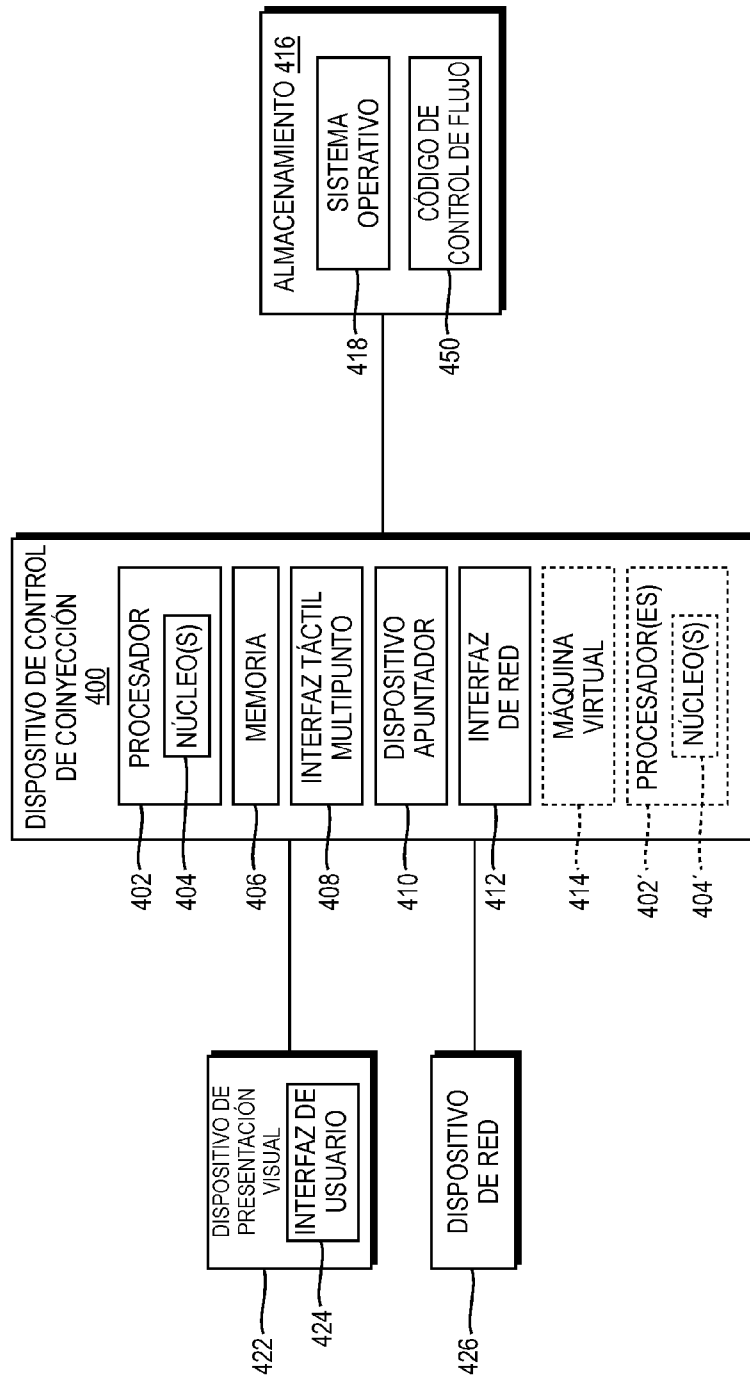


FIG. 36