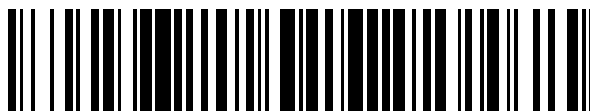


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 155**

51 Int. Cl.:

A23L 2/48 (2006.01)

A23L 3/01 (2006.01)

A23L 3/02 (2006.01)

A23L 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2012 PCT/US2012/065254**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13074773**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2012 E 12798964 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2779847**

54 Título: **Esterilización por radiación electromagnética no ionizante en el envase**

30 Prioridad:

18.11.2011 US 201161561467 P

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

07.12.2018

73 Titular/es:

**PEPSICO, INC. (100.0%)
700 Anderson Hill Road
Purchase, NY 10577, US**

72 Inventor/es:

**PESCE, THADDEUS y
DIGIACOMO, RALPH**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 693 155 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

Esterilización por radiación electromagnética no ionizante en el envase

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La divulgación se refiere a procedimientos para la esterilización electromagnética no ionizante, incluyendo la esterilización por microondas y radiofrecuencia, de un producto alimenticio o bebida en un recipiente.

10 ANTECEDENTES

Numerosos tipos de alimentos, incluidas bebidas, se envasan en recipientes, incluyendo latas, frascos de vidrio o frascos de tereftalato de polietileno (PET). Muchas veces, los alimentos deben calentarse para cocinar y/o deben pasteurizarse, y el interior de los recipientes debe esterilizarse. Se han desarrollado varios procedimientos para reducir o eliminar la necesidad de conservantes para conservar alimentos y aumentar su vida útil.

La esterilización por llenado en caliente de recipientes, tales como frascos que contienen bebidas, es un procedimiento bien conocido para esterilizar recipientes para hacer que el recipiente esté esencialmente libre de microorganismos y crecimiento microbiano. Típicamente, la esterilización por llenado en caliente se logra calentando un líquido a una temperatura de al menos aproximadamente 185 grados Fahrenheit (85 grados Celsius) utilizando un proceso térmico, por ejemplo, calentamiento por resistencia eléctrica o una disposición de intercambiador de calor. Después de este calentamiento del líquido, el líquido calentado se coloca en un tubo de retención para mantener la temperatura del fluido durante una cantidad de tiempo suficiente para que el líquido se esterilice de los microorganismos encontrados comúnmente. El líquido calentado se llena a continuación en recipientes. Antes de enfriar los recipientes, los recipientes a menudo se manipulan para garantizar que el líquido caliente entre en contacto con todas las superficies interiores de los recipientes, incluyendo los cierres de los recipientes (por ejemplo, tapones). Dicha manipulación generalmente implica inclinar o invertir los recipientes para que el líquido caliente entre en contacto con todas las superficies interiores del recipiente durante un tiempo suficiente para esterilizar el interior de los recipientes y sus respectivos cierres. Una vez que los recipientes se han esterilizado por completo, pueden enfriarse y almacenarse de forma segura como un producto de almacenamiento estable sin refrigeración, generalmente durante al menos tres meses.

Hay inconvenientes a la esterilización convencional por llenado en caliente. Determinados líquidos, por ejemplo, bebidas, contienen inclusiones sólidas (por ejemplo, partículas) además de líquidos. Sin embargo, las inclusiones pueden aglomerarse dentro de pequeñas partes de un recipiente, como el cuello y/o el tapón de un frasco. La aglomeración de inclusiones puede impedir que el líquido caliente alcance esas partes del recipiente durante la manipulación, y dar como resultado un recipiente que no esté completamente esterilizado. Por ejemplo, un procedimiento de inversión que se ha demostrado que da como resultado una aglomeración de inclusiones en el cuello es el llamado "procedimiento de colocación en horizontal". El procedimiento de colocación en horizontal consiste en inclinar un frasco llenado en caliente desde una posición vertical hasta una posición horizontal tumbada, durante un período de tiempo de aproximadamente 1-2 segundos. El frasco permanece en esta posición durante una cantidad de tiempo especificada y luego se vuelve a levantar hasta una posición vertical. Otro procedimiento de inversión que ha de mostrado una aglomeración de inclusiones en el cuello es el llamado "inversor en joroba de camello". El procedimiento del inversor en joroba de camello consiste en agarrar un frasco erguido vertical con pinzas de goma e inclinar el frasco hasta que este volcado 90 grados hacia su lado. El frasco se transfiere a una posición vertical cuando llega a la parte superior del inversor, y luego se inclina 90 grados hacia su lado en la dirección opuesta. En consecuencia, sería deseable evitar la aglomeración de inclusiones en partes de un recipiente para garantizar una esterilización adecuada del interior del recipiente.

Otro procedimiento de esterilización se denomina a veces esterilización en túnel o pasteurización en túnel. La esterilización convencional en túnel típicamente implica llenar un recipiente, tal como un frasco, con un alimento, tal como una bebida, y luego cerrar el recipiente, tal como tapar un frasco. Los recipientes o frascos se cargan en un extremo de un túnel y se pasan por rociadores de agua caliente a medida que se desplazan a lo largo de un transportador. Los rociadores se disponen para que los frascos se sometan a agua caliente hasta que se alcance la temperatura de pasteurización de la bebida. Esto también tiene el efecto de esterilizar el recipiente. A continuación se enfrían los frascos con chorros de agua fría hasta que se descargan desde el extremo del túnel. La esterilización convencional en túnel típicamente implica el uso de una caldera de combustible para producir vapor, se enfría luego el vapor para producir agua caliente, y a continuación el agua caliente se rocía sobre los frascos tapados a medida que se desplazan a lo largo del transportador.

La esterilización convencional en túnel tiene una eficiencia energética de aproximadamente el 30-50 %, es decir, aproximadamente el 30-50 % de la cantidad de calor (que puede expresarse en unidades térmicas británicas, es decir, BTU) generada por una caldera de combustible que se suministra realmente en el producto. La esterilización convencional en túnel también requiere típicamente 10 minutos o más, y con frecuencia al menos 20 minutos o más, para lograr una pasteurización suficiente de la bebida y la esterilización de las superficies interiores del recipiente. Por ejemplo, la esterilización convencional en túnel requiere que el producto se caliente

con agua caliente rociada durante aproximadamente 10 a 12 minutos en una zona "de subida" del túnel hasta que el producto alcance una temperatura de aproximadamente 71,1 °C (160 grados Fahrenheit) y, a continuación, se mantenga a esa temperatura durante otros 10 minutos a esta temperatura objetivo. Cuanto más tiempo estén sometidos a altas temperaturas un producto y un recipiente, mayor será el riesgo de abuso térmico del producto y del recipiente, lo que dará lugar a un mayor riesgo de mal sabor, y degradación del producto y del recipiente. La esterilización convencional en túnel puede no ser posible para determinados productos y/o recipientes, o puede requerir un aumento del grosor de los recipientes, por ejemplo, aumentar el grosor de los frascos de PET para lograr la esterilización de frascos de PET llenos de cerveza para garantizar un frasco suficientemente fuerte después de la esterilización.

La esterilización aséptica es otra forma de esterilizar las superficies interiores de los recipientes. En una esterilización aséptica típica, un recipiente se esteriliza con una solución acuosa de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) para conseguir un efecto germicida, y un producto pasteurizado se llena entonces en el frasco esterilizado. El producto pasteurizado se calienta típicamente mediante un proceso de calentamiento térmico, y se mantiene a una temperatura de pasteurización durante un período de tiempo suficiente, por ejemplo, en un tanque centralizado y/o en un tubo de retención (similar al utilizado en la esterilización por llenado en caliente), luego se deja enfriar antes de colocarlo en un frasco esterilizado. El equipo usado para la esterilización aséptica típicamente cuesta muchos millones de dólares y es mucho más caro que el equipo para la esterilización en túnel. Cambiar una línea de producción de una esterilización por llenado en caliente o una esterilización en túnel a una esterilización aséptica conlleva altos costes de conversión.

Los procedimientos anteriores típicamente tienen una gran huella de carbono ya que típicamente requieren calentamiento del producto usando un proceso térmico, por ejemplo, calentando el producto con calentamiento por resistencia eléctrica o una disposición de intercambiador de calor (tal como en el caso de la esterilización aséptica y de llenado en caliente convencional), o en el caso de la esterilización en túnel convencional, calentando el producto con agua caliente, que se genera a partir de vapor de una caldera de combustible. Sería deseable lograr una esterilización del producto y de las superficies interiores de recipientes llenos de producto que tenga una huella de carbono más baja y una mayor eficiencia energética que los procedimientos de esterilización que utilizan un proceso de calentamiento térmico. También sería deseable lograr la esterilización del producto y las superficies interiores de recipientes llenos de producto utilizando procedimientos que aumenten las tasas de producción con respecto a los procedimientos convencionales.

La energía de microondas o radiación por microondas se ha utilizado para calentar el producto para proporcionar una vida útil más prolongada, permitiendo, por consiguiente, una preparación central de los productos para el envío. Sin embargo, a los procesadores comerciales de preparación de alimentos y envasado les resulta difícil utilizar energía de microondas para aumentar las tasas de producción.

Se conocen varios procedimientos para aumentar la tasa de calentamiento con la intención de aumentar las tasas de producción. Un procedimiento conocido es utilizar radiación de energía de microondas por impulsos; otro es el uso simultáneo de múltiples fuentes de energía de microondas, tal como, por ejemplo, la irradiación desde varias direcciones. En estos diversos procedimientos, se ha utilizado energía de microondas antes y después del envasado del producto. Sin embargo, los recipientes a menudo se dañan porque la temperatura del producto local supera la temperatura de servicio del recipiente, y las propiedades y características organolépticas del producto a menudo se degradan por largos períodos de exposición a una temperatura localmente alta en el producto.

Por consiguiente, ninguno de estos procedimientos conocidos que utilizan energía de microondas es satisfactorio. Los procedimientos conocidos que utilizan energía de microondas dan como resultado un producto con calentamiento desigual que no garantiza una vida útil suficiente. Los procedimientos conocidos que utilizan energía de microondas tampoco han logrado reducir significativamente el tiempo de procesamiento, y las propiedades y características organolépticas del producto a menudo se degradan y los recipientes a menudo se dañan.

El documento US 3 961 150 divulga un aparato y un procedimiento para esterilizar el contenido de recipientes sellados que implican exponer el contenido a un campo magnético de alta frecuencia y una secuencia de rotación horizontal de los recipientes sellados dentro de un campo magnético. El documento US 4 822 967 divulga un esterilizador por calentamiento con microondas para productos alimenticios sellados en el que un aparato se voltea sobre un recipiente orientado horizontalmente. El documento US 2011 0123690 A1 divulga un proceso de esterilización en el que un recipiente sellado se sumerge en un flujo de fluido externo, se calienta mediante radiación electromagnética, se agita durante el calentamiento y, opcionalmente, se expone a un campo eléctrico.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento para la esterilización de productos, especialmente de productos alimenticios, que reduzca el tiempo de procesamiento sin dañar los recipientes y sin degradar las propiedades y características organolépticas del producto, que no tenga las desventajas de los procedimientos anteriores. También sería deseable lograr la esterilización de productos y superficies interiores de recipientes

para productos y recipientes que no es posible alcanzar utilizando procedimientos convencionales y/o a un coste menor que los procedimientos convencionales.

RESUMEN

5 Los modos de realización de la divulgación se refieren a procedimientos para la reducción de microorganismos para lograr un producto comercialmente estéril en un recipiente.

10 En un aspecto, un procedimiento puede comprender proporcionar un recipiente cerrado, comprendiendo el recipiente cerrado un producto de flujo libre dispuesto dentro del recipiente cerrado, y transportar el recipiente cerrado a través de un aparato de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte. El procedimiento incluye la transmisión de radiación electromagnética no ionizante desde el aparato de radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transmisión con al menos una parte del período de tiempo de transporte. El procedimiento incluye manipular el recipiente cerrado durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro del recipiente cerrado y la totalidad de las superficies interiores del recipiente cerrado, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de manipulación con al menos una parte del período de tiempo de transmisión. La manipulación comprende someter dicho recipiente a una secuencia de inversión, en la que dicha secuencia de inversión comprende invertir repetidamente dicho recipiente a un lado y a otro entre varios ángulos seleccionados, en el que al menos uno de los ángulos es mayor que cero grados pero menor que 90 grados con respecto a la vertical, mientras que al menos uno de los ángulos es un ángulo mayor que 90 grados pero menor que 180 grados con respecto a la vertical.

25 En un modo de realización, el procedimiento puede comprender proporcionar un recipiente cerrado, comprendiendo el recipiente cerrado un producto de flujo libre dispuesto dentro del recipiente cerrado, comprendiendo el recipiente una base; colocar el recipiente cerrado verticalmente erguido sobre la base del recipiente; y sujetar el recipiente cerrado a radiación electromagnética no ionizante suficiente para alcanzar la temperatura de esterilización comercial. El procedimiento puede comprender someter el recipiente cerrado a una secuencia de inversión, comprendiendo la secuencia de inversión una primera inversión del recipiente hasta que la base del recipiente se sitúe en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en el que la primera inversión ocurre durante un período de tiempo de al menos tres segundos, y en el que la secuencia de inversión permite la esterilización de superficies interiores del recipiente.

35 Otro aspecto comprende un sistema para esterilizar recipientes. El sistema comprende un transportador configurado para transportar una pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de transporte, comprendiendo la pluralidad de recipientes un producto de flujo libre dispuesto dentro de los recipientes cerrados. El sistema comprende un aparato de radiación electromagnética no ionizante configurado para transmitir radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión. El transportador está configurado para transportar la pluralidad de recipientes cerrados a través del aparato de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transporte con al menos una parte del período de tiempo de transmisión. Al menos una parte del transportador está configurada para manipular la pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados y la totalidad de las superficies interiores de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados. Al menos una parte del período de tiempo de manipulación se superpone con al menos una parte del período de tiempo de transmisión. Otro aspecto es un aparato de acuerdo con la reivindicación 4.

50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es una gráfica de una secuencia de manipulación de muestras que muestra el ángulo de inversión frente al tiempo.

55 La Fig. 2 ilustra los recipientes A a G posicionados en varios ángulos de inversión con respecto a la vertical.

La Fig. 3 ilustra un transportador para un aparato para manipular recipientes y definido para una secuencia de manipulación específica útil en determinados modos de realización de la divulgación.

60 La Fig. 4 ilustra una vista en perspectiva de una parte de un transportador que comprende bolsillos para recipientes.

La Fig. 5 ilustra la parte de un transportador de la Fig. 4 y una vista desde arriba de un cerramiento de acuerdo con un modo de realización.

65

La Fig. 6 ilustra una vista lateral de un aparato para manipular recipientes de acuerdo con otro modo de realización de la divulgación.

5 La Fig. 7a representa el perfil de temperatura de un producto carbonatado de alta acidez cuando se somete a pasteurización en túnel convencional.

La Fig. 7b representa el perfil de temperatura de un producto carbonatado de alta acidez cuando se somete a radiación por microondas después de colocarlo en un frasco y tapar el frasco.

10 La Fig. 8 ilustra una vista en perspectiva de un aparato de acuerdo con un modo de realización de la divulgación.

La Fig. 9 ilustra el aparato de la Fig. 8, tomado desde una vista en perspectiva diferente de la vista en perspectiva mostrada en la Fig. 8.

15 La Fig. 10 muestra una vista en perspectiva de una parte de un transportador y una parte de un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante útil en determinados modos de realización de la divulgación.

La Fig. 11 muestra una vista en perspectiva de un transportador útil en determinados modos de realización de la divulgación.

20 La Fig. 12 muestra una perspectiva de una parte del transportador útil en determinados modos de realización de la divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 Los modos de realización de la divulgación se refieren a un procedimiento para esterilizar comercialmente un producto en un recipiente. Los expertos con conocimiento ordinario en la técnica reconocen los estándares y directrices de la industria para la esterilización comercial. Los expertos con conocimiento ordinario en la técnica reconocen que la regla HACCP para zumos de la FDA publicada en 2001 establece una reducción mínima de 5 log que se dirige a microorganismos patógenos específicos en el zumo, y que para los productos de almacenamiento estable, los fabricantes desean un procesamiento que minimice los organismos de tipo desperdicio. Por ejemplo, la esterilización de envases puede ser una reducción en 6 log de esporas de las bacterias *Bacillus subtilis* var. *globigii*. Véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 6.752.959, asignada a PepsiCo, Inc. Además, como se describe en la parte 110 del Capítulo 1 del Título 21 del CDR de la FDA, se deben seguir las buenas prácticas de fabricación actuales en la fabricación, envasado o almacenamiento de alimentos humanos. La FDA ha aprobado la radiación electromagnética no ionizante, véase, por ejemplo, la Sección 179.30 del Título 21 del CFR.

40 En particular, los modos de realización de la divulgación se refieren a un procedimiento para esterilizar comercialmente un producto, incluyendo un producto alimenticio (por ejemplo, bebidas) en un recipiente utilizando radiación electromagnética no ionizante para calentar el producto, incluyendo radiación por microondas (MW) y por radiofrecuencia (RF). Las frecuencias de la energía contemplada en los modos de realización de la divulgación incluyen las radiofrecuencias (RF) en el intervalo típicamente bien en el intervalo de kHz ($3 \text{ kHz} < f < 1 \text{ MHz}$) o en el intervalo de MHz ($1 \text{ MHz} < f < 300 \text{ MHz}$), y frecuencias por microondas (MW) en el intervalo típicamente entre 300 MHz y 300 GHz. Por consiguiente, las frecuencias de RF y MW permitidas para aplicaciones domésticas, industriales, científicas y médicas también se pueden usar de acuerdo con los modos de realización descritos, incluyendo, pero sin limitación, frecuencias de 13,56 MHz, 27,12 MHz y 40,68 MHz (todas las cuales son RF), y 915 MHz, 2450 MHz, 5,8 GHz y 24,124 GHz (MW).

50 Otros modos de realización de la divulgación se refieren a un procedimiento para esterilizar comercialmente un producto alimentario de flujo libre en un recipiente utilizando radiación electromagnética no ionizante y manipular el recipiente para garantizar un calentamiento suficiente de la totalidad del producto y del recipiente para lograr la esterilización comercial sin dañar el recipiente y sin degradar las propiedades y características organolépticas del producto alimenticio.

55 Otros modos de realización más de la divulgación se dirigen a un procedimiento para esterilizar comercialmente con rapidez productos alimenticios de flujo libre en un recipiente usando radiación electromagnética no ionizante y manipular el recipiente para garantizar un calentamiento suficiente de la totalidad del producto y del recipiente para lograr la esterilización comercial. sin dañar el envase y sin degradar las propiedades y características organolépticas del producto alimenticio.

60 Los procedimientos conocidos para calentar el producto para prolongar la vida útil utilizando radiación o energía electromagnética no ionizante no reducen significativamente el tiempo requerido para lograr la esterilización comercial en comparación, por ejemplo, con los procedimientos de calentamiento típicos. Sin embargo, los inventores han descubierto que se puede transmitir suficiente radiación o energía electromagnética no ionizante a un producto en un recipiente en aproximadamente 30 segundos para alcanzar la temperatura de esterilización

comercial, y si el recipiente irradiado se manipula de una manera que hace que el producto se mezcle y el calor se distribuya por todo el producto y por las superficies interiores del recipiente, la esterilización comercial de la totalidad del producto y las superficies interiores del recipiente se puede lograr en menos de 3 minutos, y se puede lograr en aproximadamente 1-2 minutos.

5

En modos de realización del procedimiento, el producto se somete a radiación electromagnética no ionizante después de envasarlo. El envase, o recipiente, que puede estar abierto o cerrado, se somete a radiación electromagnética no ionizante suficiente para lograr la esterilización comercial. Típicamente, la energía suficiente para alcanzar la temperatura de esterilización comercial, incluso en productos con baja acidez, se puede impartir al producto en menos de aproximadamente 30 segundos.

10

El experto en la materia reconoce que la intensidad del tratamiento térmico requerido para lograr la esterilización comercial de un producto alimenticio está relacionada con el nivel de ácido en el producto. Los alimentos con alta acidez, es decir, los alimentos que tienen un pH de menos de aproximadamente 4,0, requieren temperaturas más bajas o un tiempo más corto a la temperatura que los alimentos con ácido media que tienen un pH mayor que aproximadamente 4,0 a 4,6, y los alimentos con poca acidez que tienen un pH de 4,6 y mayor para lograr la esterilización comercial. Como se usa en el presente documento, los alimentos con alta acidez incluyen alimentos acidificados que comprenden alimentos con acidez media y acidez baja a los que se añade(n) ácido(s) o alimento(s) ácido(s), y tienen un pH de equilibrio final de aproximadamente 4,0 o menos, y los alimentos con acidez media incluyen alimentos que comprenden alimentos con acidez media y acidez baja a los que se añade(n) ácido(s) o alimento(s) ácido(s), y tienen un pH de equilibrio final de aproximadamente 4,0 a 4,6.

15

20

En modos de realización de la divulgación, la temperatura de un producto alimenticio se eleva a al menos una temperatura objetivo para que esencialmente la totalidad del producto alimenticio y el interior del recipiente se puedan mantener a la temperatura objetivo durante un tiempo suficiente para lograr la esterilización comercial. Los expertos en la técnica reconocerán que la esterilización comercial como se usa en el presente documento incluye, pero sin limitación, la esterilización como se puede identificar en los reglamentos y/o directrices gubernamentales, por ejemplo, las directrices de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos ("FDA") (para otro ejemplo, véase Guidance for Industry, Acidified Foods, Draft Guidance, documento que se distribuye solo para fines de comentario, septiembre de 2010 (disponible en <http://www.fda.gov/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/AcidifiedandLow-AcidCannedFoods/ucm222618.htm>, que identifica letalidades de procesos térmicos para alimentos acidificados, expresados como Fz/Ref, donde F es el tiempo de destrucción, z es el aumento de la temperatura que da como resultado una reducción de un 90 % en el valor D, y Ref. es la temperatura de referencia; el tiempo requerido para destruir el 90 por ciento de las células vegetativas o esporas a una temperatura dada se llama tiempo de reducción decimal, habitualmente denominado "valor D". Los expertos en la técnica reconocerán que el tiempo suficiente para lograr la esterilización comercial de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación se puede determinar para una aplicación particular, por ejemplo, un recipiente particular lleno de un producto y recipiente particular, sin experimentación indebida.

25

30

35

40

En otros modos de realización de la divulgación, la temperatura de un alimento con acidez alta se eleva a al menos aproximadamente 85 ° C (185 °F), y más típicamente a al menos aproximadamente 90 °C (194 °F), durante un período suficiente para lograr la esterilización comercial. Los expertos en la técnica reconocerán que el tiempo suficiente para lograr la esterilización comercial de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación se puede determinar para una aplicación particular, por ejemplo, un recipiente particular lleno de un producto y recipiente particular, sin experimentación indebida. Para una bebida carbonatada con acidez alta, el tiempo durante el cual la etapa de esterilización comercial se mantiene a temperatura típicamente es de menos de aproximadamente 3 minutos, típicamente al menos aproximadamente de uno a dos minutos.

45

50

Como el experto en la materia reconoce, el período durante el cual la temperatura de esterilización comercial se mantiene típicamente es más largo a una temperatura más baja, ya sea para un producto con acidez baja, con acidez media o con acidez alta. Estas relaciones de temperatura y tiempo para los alimentos con acidez baja, con acidez media o con acidez alta son bien conocidas y, típicamente, no cambian cuando cambia la fuente de energía para la esterilización comercial. Con la guía proporcionada en el presente documento, el experto en la materia podrá determinar tanto una temperatura apropiada como el período requerido para lograr la esterilización comercial a esa temperatura para cualquier producto y recipiente sin una experimentación excesiva.

55

Como se usa en relación con los modos de realización de la divulgación, "esterilización comercial" significa la condición en la que patógenos y otros productos dañinos se reducen a un nivel que permite el almacenamiento, típicamente en condiciones ambientales ("temperatura ambiente"), durante la "vida útil" del producto, es decir, ese período suficiente para suministrar alimentos sanos y seguros a un cliente para su uso posterior. Por consiguiente, la esterilización comercial es un tratamiento térmico suficiente para proporcionar al producto una vida útil razonable.

60

El procedimiento de modos de realización de la divulgación es aplicable a alimentos de todos los niveles de acidez, como se describe anteriormente. El producto tratado de este modo sigue siendo seguro para el consumo

65

durante al menos un período igual a la vida útil. La vida útil prolongada hace posible ofrecer productos a un coste razonable. El procedimiento de modos de realización de la divulgación proporciona la posibilidad de reducir significativamente o eliminar la necesidad de conservantes químicos típicos (por ejemplo, benzoatos, sorbatos y otros conservantes conocidos).

5

Los líquidos de todo tipo, incluyendo bebidas de todo tipo, productos de reemplazo de comidas, caldos transparentes y bebidas energéticas, a menudo se esterilizan comercialmente. Las soluciones médicas, tal como la solución salina o la solución de glucosa, también deben ser estériles. Estos productos o componentes de los mismos de varios tipos pueden esterilizarse comercialmente usando energía de microondas. Del mismo modo, los productos alimenticios que contienen sólidos también pueden esterilizarse comercialmente utilizando energía o radiación electromagnética no ionizante.

10

En modos de realización de la divulgación, se tratan productos alimenticios que contienen sólidos para lograr una esterilización comercial. Dichos productos alimenticios típicamente son productos de "flujo libre", es decir, el producto fluye en el recipiente de una manera que permite que el producto a temperatura de esterilización comercial entre en contacto con la totalidad del interior del recipiente. Como reconoce el experto en la técnica, es necesario garantizar el contacto del producto a una temperatura de esterilización comercial con la totalidad del interior del recipiente para garantizar que las superficies que están en contacto de este modo se eleven a una temperatura adecuada durante un tiempo suficiente para lograr la esterilización comercial.

15

20

Por lo tanto, los modos de realización de la divulgación se refieren a la esterilización comercial de productos que contienen sólidos que tienen propiedades y características que permiten que el producto entre en contacto con la totalidad del interior del recipiente. Como se usa en el presente documento, dichos productos se identifican como "de flujo libre". El producto puede contener sólidos, pero los sólidos en un producto de flujo libre no impiden que el producto entre en contacto con la totalidad del interior del recipiente.

25

Los productos de flujo libre típicos incluyen salsas que tienen, por ejemplo, trocitos de hierbas y especias, o pequeños trozos de verduras y otras inclusiones; sopas tanto a base de crema como de caldo; guisos; y bebidas que contienen trocitos sólidos, tal como zumos de frutas y batidos de frutas. Estos y otros productos típicamente son productos de flujo libre que pueden esterilizarse comercialmente de acuerdo con modos de realización de la divulgación.

30

Los productos que son semisólidos, de tipo gel o viscosos, tal como, por ejemplo, salsa de queso, también se esterilizan comercialmente de acuerdo con modos de realización de la divulgación. Dichos productos a menudo adsorben energía o radiación electromagnética no ionizante de manera eficiente y se vuelven menos viscosos cuando se calientan. Por lo tanto, dichos productos se pueden considerar productos de flujo libre y se esterilizan comercialmente de acuerdo con modos de realización de la divulgación.

35

En modos de realización de la divulgación, el recipiente se llena con producto a cualquier temperatura y se calienta a una temperatura de esterilización comercial por irradiación con radiación electromagnética no ionizante. Los inventores han descubierto que la entrada de energía o radiación electromagnética no ionizante puede ser mayor y/o por un período de tiempo más corto que lo que se ha podido lograr con procedimientos conocidos, particularmente los procedimientos conocidos que usan irradiación con energía o radiación electromagnética no ionizante, si el recipiente que contiene el producto se manipula para distribuir el calor impartido al producto de una manera eficiente. Los inventores han descubierto que, manipulando el recipiente lleno de producto, se logra la esterilización comercial, sin dañar los recipientes ni degradar las propiedades y características organolépticas de un producto debido a que la temperatura del producto local supere la temperatura de servicio del recipiente y/o los largos períodos de exposición a una temperatura localmente alta en el producto que surgen en procedimientos conocidos.

40

45

50

De acuerdo con modos de realización de la divulgación, la temperatura del producto puede elevarse desde la temperatura de producción del producto, típicamente una temperatura ambiente, hasta la temperatura de esterilización comercial en aproximadamente 30 segundos mediante irradiación con radiación electromagnética no ionizante a una energía de densidad suficientemente alta, seguido por el cierre del recipiente, si es necesario, y la manipulación del recipiente. Se pueden requerir otros 30 a 90 segundos para la redistribución del calor en el recipiente. A continuación, se enfría el recipiente. Por consiguiente, los modos de realización de la divulgación son mucho más rápidos que la esterilización en autoclave convencional y esencialmente tan rápidos como el llenado aséptico. Por consiguiente, se ahorra tiempo en comparación con la esterilización en autoclave convencional, y se ahorra dinero en comparación con el llenado aséptico, ya que ni los envases precargados ni la parte de llenado de la línea de producción deben mantenerse en una condición comercialmente estéril.

55

60

De acuerdo con modos de realización de la divulgación, el corto período de calentamiento se hace posible gracias a una entrada de alta energía. El período de redistribución del calor elimina los puntos calientes y garantiza que el calor se distribuya por todo el contenido del recipiente para que la temperatura de esterilización comercial requerida se alcance en todo el producto. En particular, esta redistribución se lleva a cabo inclinando o

65

invirtiendo el recipiente respecto al eje vertical. La orientación cambiante hace que el producto se mezcle y se logre una temperatura uniforme por todo el producto, tanto por mezcla mecánica como por convección.

Los inventores han descubierto que la manipulación del producto de una manera que utiliza tanto la convección como la mezcla mecánica para distribuir el calor en un producto líquido o de flujo libre proporciona la oportunidad de introducir una cantidad de calor suficiente para alcanzar la temperatura de esterilización comercial en un período más corto que la irradiación con energía de microondas con el posterior transporte típico en frasco. Por lo tanto, se ahorra tiempo con respecto al calentamiento y la esterilización en autoclave convencionales, y con respecto a los procedimientos convencionales para calentar con energía de microondas.

Los inventores también han descubierto que un aparato apropiado para irradiar con radiación electromagnética no ionizante y manipular el recipiente simplemente se puede añadir a una línea de fabricación de productos. El producto solo necesita envasarse, calentarse por irradiación con radiación o energía electromagnética no ionizante, manipularse y enfriarse. Por consiguiente, el aparato es mucho más simple que una línea de envasado aséptico, que debe mantenerse cerrada y comercialmente estéril, pero produce un producto comercialmente estéril en prácticamente el mismo tiempo.

De acuerdo con modos de realización de la divulgación, el producto se calienta en un recipiente. En modos de realización seleccionados de la divulgación, el recipiente está abierto hasta después de calentar el producto. En otros modos de realización de la divulgación, el producto se carga en un recipiente y el recipiente se sella antes de la irradiación. El calentamiento se lleva a cabo mediante irradiación con energía o radiación electromagnética no ionizante para lograr una entrada de energía suficiente para obtener una temperatura de esterilización comercial por todo el producto en un período de menos de aproximadamente 30 segundos. Como se describe anteriormente, la temperatura de esterilización comercial está relacionada con el nivel de acidez del producto en el recipiente.

La cantidad de calor que se introduce es suficiente para elevar la temperatura del producto en el recipiente a la temperatura de esterilización comercial desde la temperatura ambiente.

En modos de realización preferentes de la divulgación, el recipiente se cierra o se sella antes de someter el producto a energía o radiación electromagnética no ionizante. El recipiente sellado de producto calentado se manipula a continuación para distribuir el calor por todo el producto para lograr la temperatura de esterilización comercial por todo el producto y el interior del recipiente durante un tiempo suficiente para esterilizar comercialmente tanto el producto como el recipiente. La manipulación de acuerdo con los modos de realización de la divulgación cambia la orientación del recipiente de vertical o esencialmente vertical a varios grados de inclinación de vertical o esencialmente vertical y puede ser más allá de horizontal. En modos de realización de la divulgación, el recipiente está invertido o esencialmente invertido, luego se devuelve a través de una posición inclinada a esencialmente vertical. Esta secuencia puede repetirse para distribuir el calor por convección dentro del producto. De acuerdo con modos de realización de la divulgación, el experto en la materia reconocerá que los recipientes se pueden inclinar para garantizar que el producto calienta la totalidad de las superficies interiores de los recipientes. Por consiguiente, en modos de realización de la divulgación, la manipulación de recipientes puede realizarse de acuerdo con técnicas de inclinación utilizadas en la esterilización convencional por llenado en caliente o de acuerdo con las técnicas de manipulación divulgadas en el n.º de serie de EE. UU. 12/879.611. Por ejemplo, de acuerdo con la presente divulgación, la manipulación implica inclinar o invertir los recipientes para que el líquido caliente entre en contacto con todas las superficies interiores del recipiente durante un tiempo suficiente para esterilizar el interior de los recipientes y sus respectivos cierres. Una vez que los recipientes se han esterilizado por completo, pueden enfriarse y almacenarse de forma segura como un producto de almacenamiento estable sin refrigeración, generalmente durante al menos tres meses. Los expertos con conocimiento ordinario en la técnica reconocerán que, de acuerdo con la presente divulgación, si los recipientes llenos se almacenan en condiciones de refrigeración, entonces el tratamiento de radiación electromagnética puede realizarse a una temperatura más baja y/o un tiempo más corto. La manipulación puede comprender inclinación alrededor de un eje vertical en combinación con rotación alrededor de un eje longitudinal del recipiente. En modos de realización preferentes, la manipulación comprende más de una inversión alrededor de un eje vertical o rotación de un recipiente alrededor de un eje longitudinal del recipiente para garantizar una distribución suficiente de calor por todo el producto a fin de evitar la degradación de las propiedades y características organolépticas y, posiblemente, daños en el recipiente debido al sobrecalentamiento local del producto.

Los inventores han descubierto que el producto de flujo libre también puede envasarse y esterilizarse comercialmente de acuerdo con modos de realización de la divulgación.

Por comodidad, se describirán modos de realización de la divulgación con particularidad para un procedimiento que es particularmente eficaz para distribuir dentro de un recipiente un producto de flujo libre que contiene inclusiones aglomerantes, tales como sacos de frutas, que pueden interferir en el flujo de producto dentro de un recipiente. Este modo de realización garantiza que todas las partes del interior del recipiente se calienten a la

temperatura de esterilización comercial. Este procedimiento es particularmente eficaz para mejorar la aglomeración de inclusiones para hacer que el producto fluya libremente.

5 De acuerdo con modos de realización de la divulgación, un recipiente que comprende un producto calentado se
manipula en una secuencia de inversión particular que es particularmente eficaz en la manipulación de un
recipiente que contiene un líquido que tiene una pluralidad de inclusiones aglomerantes. De acuerdo con modos
de realización de la divulgación, el calentamiento del producto se logra mediante la transmisión de radiación
electromagnética no ionizante al producto. La secuencia de inversión puede comprender al menos una primera
10 inversión del recipiente hasta que la base se sitúe en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical y
puede ocurrir durante un período de tiempo de al menos tres segundos. La secuencia de inversión permite la
distribución de calor por todo el producto y permite que el producto entre en contacto con las superficies internas
del recipiente durante un tiempo suficiente para esterilizar comercialmente el producto y las superficies internas
del recipiente.

15 Los modos de realización de la divulgación pueden comprender una secuencia de inversión que comprende más
de una inversión, y pueden comprender tantas como aproximadamente ocho inversiones. Estas inversiones
pueden ocurrir durante un período de al menos aproximadamente treinta segundos. En otros modos de
realización de la divulgación, la secuencia de inversión se repite en su totalidad al menos una vez, y en algunas
modos de realización de la divulgación, dos veces.

20 En modos de realización de la divulgación, un aparato para invertir recipientes comprende un transportador para
una pluralidad de recipientes y un cerramiento para evitar que la pluralidad de recipientes se caiga del
transportador. El transportador está configurado para someter la pluralidad de recipientes a una serie de ángulos
a medida que se transporta la pluralidad de recipientes. El transportador está configurado para someter la
25 pluralidad de recipientes a una o más secuencias de inversión que comprenden una primera inversión de los
recipientes a un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, que ocurre durante un período de tiempo
de al menos tres segundos. La secuencia de inversión mezcla el producto por agitación y por convección,
esencialmente impidiendo que las inclusiones se aglomeren en el cierre del recipiente, y permite que el producto
caliente se mezcle y entre en contacto con el interior del recipiente durante un tiempo suficiente para esterilizar
30 las superficies interiores del recipiente.

El experto en la materia reconoce que las inclusiones pueden tender a juntarse en la parte de cuello de un frasco
de bebida que generalmente comprende una parte de base, una parte de cuerpo, una parte de cuello y un tapón
separado. Con respecto a dichos frascos, los modos de realización de la divulgación descritos en detalle en el
35 presente documento ayudan a impedir que las inclusiones se acumulen en una parte de cuello o en el interior de
un tapón durante la inversión, permitiendo de este modo que el líquido llenado en caliente esterilice la parte de
cuello y el tapón interior. así como el resto del envase.

40 Los inventores han descubierto que es posible disminuir el tiempo requerido para esterilizar comercialmente
líquidos y productos de flujo libre en un recipiente irradiando el recipiente lleno con radiación o energía
electromagnética no ionizante a una densidad de energía alta en un corto período y, a continuación, manipulando
para cambiar la orientación del recipiente, incluyendo la inversión. Esta manipulación del recipiente lleno y
calentado distribuye el calor mezclando mecánicamente y aprovechando la convección, por ejemplo, la tendencia
45 de un fluido caliente a subir en un fluido más frío y establecer la circulación en el recipiente. La mezcla inducida
en el recipiente por la manipulación posterior al calentamiento mejora rápidamente los "puntos calientes", es
decir, las bolsas localizadas de fluido que tienen una temperatura superior a la del fluido circundante, y garantiza
que la temperatura por todo el fluido alcance la esterilización comercial rápidamente. Esta reducción de la
temperatura permite elevar rápidamente la temperatura a una temperatura típica más alta, sabiendo que la
50 técnica de manipulación distribuirá rápidamente el calor por todo el producto. Por consiguiente, el calor a alta
densidad de energía puede impartirse por irradiación con radiación o energía electromagnética no ionizante a
alta densidad de energía. La irradiación puede ser concurrente con y/o ir seguida de manipulación, incluida
inversión, como se establece a continuación.

55 Por consiguiente, los modos de realización de la divulgación se refieren a calentar productos en un recipiente con
una alta densidad de energía, tal como radiación electromagnética no ionizante, hasta que se haya introducido
suficiente calor en el producto para alcanzar la temperatura de esterilización comercial por todo él. El recipiente
se sella, si es necesario, y se manipula para, entre otras cosas, invertir el recipiente para mezclar el producto en
el mismo mediante tanto mezcla mecánica como mezcla por convección. Por consiguiente, el recipiente se
60 calienta, manipula y enfría.

En modos de realización de la divulgación, la velocidad a la que se manipulan los recipientes, y en particular se
invierten, depende, entre otras cosas, de la viscosidad del producto. Como reconoce el experto en la técnica, el
producto más viscoso fluirá más lentamente que el producto menos viscoso. Por consiguiente, deben tomarse
medidas durante la manipulación para garantizar que todas las superficies del recipiente se calienten según sea
65 necesario. Se requiere un tiempo más largo para que fluya un material viscoso que el período para un producto
menos viscoso. Se debe prestar atención para garantizar que el calor se distribuya y que las inclusiones (si están

presentes) no se agrupan o aglomeren durante la manipulación. Con la guía provista en el presente documento, el experto en la técnica será capaz de manipular adecuadamente un recipiente sin experimentación indebida.

5 En otros modos de realización de la divulgación, se utiliza una secuencia de manipulación que tanto distribuye el calor como garantiza que las inclusiones no se agrupan o aglomeren si el producto no solo es líquido, sino que es un producto de flujo libre que contiene inclusiones.

10 Por consiguiente, algunos modos de realización de la divulgación se refieren a una secuencia de inversión que proporcionará una serie de ángulos que pondrán el líquido en contacto con todas las superficies interiores del recipiente mientras impide que las inclusiones se aglomeren en cualquier parte del recipiente de modo que el interior del recipiente o la superficie de cierre estén bloqueados para la esterilización por el líquido. Los ángulos específicos y la velocidad a la que se invierte el recipiente para lograr esos ángulos están involucrados en lograr la esterilización completa del producto y las superficies internas o interiores del recipiente.

15 Con referencia a la Figura 1, se proporciona un gráfico que muestra una secuencia de inversión ejemplar para la manipulación de acuerdo con modos de realización de la divulgación. En particular, esta secuencia es particularmente eficaz para prevenir la aglomeración de inclusiones, tales como los sacos de cítricos en un líquido. Esta secuencia también es eficaz para la distribución de calor por la totalidad del producto en un recipiente, tal como el calor generado al someter el producto a radiación electromagnética no ionizante. Esta
 20 secuencia también es eficaz para permitir que el producto calentado entre en contacto y esterilice las superficies interiores de un recipiente, incluyendo cualquier tapón de cierre o sello. El gráfico muestra que el recipiente se invierte inicialmente cero grados, lo que corresponde a la colocación del recipiente en posición vertical, típicamente en una base del recipiente. Cuando el recipiente es un frasco de bebida, un ángulo de inversión de cero grados significa que el recipiente se coloca sobre su base y su tapón apunta verticalmente hacia arriba desde la base. A continuación, de acuerdo con la Figura 1, el recipiente se invierte a 30 grados, 60 grados, 90
 25 grados, 120 grados y 135 grados con respecto a la vertical. Esta inversión a 135 grados ocurre típicamente durante un período de tiempo de más de tres segundos. Una vez que el recipiente se ha invertido a 135 grados, típicamente permanece en ese ángulo de inversión durante más de tres segundos. El recipiente se invierte de nuevo a solo 60 grados con respecto a la vertical durante un período de tiempo de aproximadamente dos segundos, y a continuación vuelve a un ángulo de inversión de 135 grados nuevamente durante
 30 aproximadamente dos segundos y posteriormente se mantiene a 135 grados con respecto a la vertical durante más de otros tres segundos. Como se ilustra en el gráfico de la Figura 1, el recipiente se invierte entre 135 grados y 60 grados varias veces para garantizar un contacto suficiente entre el líquido calentado y las partes superiores del recipiente mientras impide que las inclusiones bloqueen la superficie interior de las partes superiores del
 35 recipiente. Esta inversión también es eficaz para distribuir el calor por la totalidad del producto en un recipiente, el calor generado al someter el producto a radiación electromagnética no ionizante mientras está en el recipiente. Esta secuencia también es eficaz para permitir que el producto calentado entre en contacto y esterilice las superficies interiores de un recipiente, incluyendo las superficies interiores del tapón.

40 Con referencia a la Figura 2, se muestran los recipientes A a G, con el recipiente A ubicado en posición vertical, posicionados a cero grados con respecto a la vertical. Los recipientes B y C están posicionados en ángulos de entre cero y 90 grados con respecto a la vertical, mientras que el recipiente D se coloca con un ángulo de 90 grados con respecto a la vertical. Del mismo modo, los recipientes E y F están posicionados en ángulos de entre
 45 90 y 180 grados con respecto a la vertical, mientras que el recipiente G se coloca con un ángulo de 180 grados con respecto a la vertical.

La inversión de un recipiente a un ángulo mayor que aproximadamente 90 grados con respecto a la vertical ayuda a que el líquido fluya hacia el extremo superior del recipiente, y mantener ese ángulo proporciona tiempo para que el líquido caliente esterilice el recipiente. Además, la inversión desde el ángulo seleccionado de vuelta hacia un ángulo de menos de aproximadamente 90 grados hace que las inclusiones fluyan desde el extremo superior del recipiente y, de este modo, evita que las inclusiones se aglomeren en el extremo superior. Concomitantemente, para la esterilización de un recipiente con una forma diferente de un frasco de bebida típico descrito en el presente documento, los ángulos de inversión se seleccionarán para impedir que las inclusiones se
 50 aglomeren en cualquier área del recipiente que sea estrecha o pequeña. Del mismo modo, los ángulos de inversión o la velocidad de inversión se pueden ajustar para acomodar material más viscoso, ya que el experto en la técnica reconoce que el material más viscoso fluirá más lentamente y es más probable que atrape una burbuja de gas en el recipiente.

55 En un modo de realización, el recipiente es un frasco de bebida cerrado y se coloca inicialmente en posición vertical sobre su base, a cero grados con respecto a la vertical. El frasco se somete a continuación a una secuencia de inversión en la que el frasco se invierte entre 45 y 140 grados con respecto a la vertical. En modos de realización alternativos, el frasco llenado en caliente se invierte entre 0 y 180 grados respecto a la vertical, tal como entre 30 y 180 grados respecto a la vertical o entre 60 y 135 grados respecto a la vertical.

65 Del mismo modo que en la secuencia ilustrada en la Figura 1, la secuencia de inversión de acuerdo con la presente invención comprende invertir repetidamente el recipiente a un lado y a otro entre varios ángulos

seleccionados. Al menos uno de los ángulos es de menos de 90 grados con respecto a la vertical, mientras que al menos uno de los ángulos es mayor de 90 grados con respecto a la vertical. Dicho de otra manera, al menos uno de los ángulos es mayor de cero grados pero es de menos de 90 grados con respecto a la vertical, mientras que al menos uno de los ángulos es mayor de 90 grados pero es de menos de 180 grados con respecto a la vertical.

La alternancia entre la inversión del recipiente en ángulos mayores de 90 grados y de menos de 90 grados inicia el flujo del líquido e inclusiones hacia el extremo superior del recipiente, y a continuación lo aleja del extremo superior del recipiente, respectivamente. En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende invertir el recipiente entre ángulos de inversión mayores de 90 grados y de menos de 90 grados con respecto a la vertical al menos tres veces. En otro modo de realización, la secuencia de inversión comprende alternar los ángulos de inversión al menos cuatro veces, o al menos cinco veces. En determinados modos de realización, la secuencia de inversión completa se repite una o dos veces. Dependiendo del tipo de recipiente y las características del producto, incluyendo cualquiera de las inclusiones que estén presentes, la secuencia de inversión puede repetirse tantas veces como sea necesario para lograr la esterilización del recipiente llenado en caliente. De forma alternativa, una primera secuencia de inversión puede ir seguida de una segunda secuencia de inversión que comprende ángulos de inversión que son diferentes de los ángulos de inversión de la primera secuencia.

La cantidad de tiempo que se tarda en invertir un recipiente es crítica para lograr la esterilización del recipiente en un tiempo reducido y para impedir con éxito la aglomeración de inclusiones como los sacos de frutas, si las hubiere. La manipulación del recipiente proporciona la oportunidad de acortar el tiempo total de procesamiento en comparación con el procesamiento típico de esterilización en autoclave, o de reducir la complejidad del procesamiento en comparación con el envasado aséptico. El tiempo total requerido para el calentamiento y la manipulación es aproximadamente el tiempo requerido para el envasado aséptico y es más corto que los procedimientos conocidos de irradiación con energía de microondas.

Además, otros modos de realización de la divulgación se refieren al envasado y esterilización de un producto de flujo libre, tal como un líquido con inclusiones, tales como sacos de cítricos y similares. En estos modos de realización de la divulgación, y en modos de realización de la divulgación referidos a materiales más viscosos, la velocidad de la manipulación se reduce porque, si un recipiente se invierte demasiado rápido, las inclusiones se forzarán rápidamente hacia la parte superior del recipiente y, de este modo, tendrán una mayor probabilidad de taponar la parte superior del recipiente. En cambio, una inversión lenta del recipiente es análoga a decantar una solución, y el líquido tenderá a fluir a la parte superior del recipiente antes de que las inclusiones se desplacen a la parte superior del recipiente.

En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende una inversión inicial del recipiente a un ángulo mayor de 90 grados con respecto a la vertical durante un período de 0,5 a 6,5 segundos, o de 1,0 a 6,0 segundos, o de 1,5 a 5,5 segundos, o de 2,0 a 5,0 segundos, o de 2,5 a 4,5 segundos, o de 3,0 a 4,0 segundos. El tiempo en el que el recipiente se mantiene en el ángulo de inversión máximo en la secuencia de inversión puede ser de 0,5 a 8,5 segundos, o de 1,0 a 8,0 segundos, o de 1,5 a 7,5 segundos, o de 2,0 a 7,0 segundos, o de 2,5 a 6,5 segundos, o de 3,0 a 6,0 segundos, o de 3,5 a 5,5 segundos. Del mismo modo, el período para devolver el recipiente a un ángulo de inversión más pequeño, como un ángulo de menos de 90 grados con respecto a la vertical, se produce en un período de tiempo de 0,5 a 6,5 segundos, o de 1,0 a 6,0 segundos, o de 1,5 a 5,5 segundos, o de 2,0 a 5,0 segundos, o de 2,5 a 4,5 segundos, o de 3,0 a 4,0 segundos. Además, cada inversión separada del recipiente a un ángulo de inversión diferente puede realizarse durante los períodos de tiempo divulgados anteriormente.

Como se analizó anteriormente con respecto a la Figura 1, en determinados modos de realización de la divulgación, una vez que el recipiente se ha invertido al ángulo máximo de la secuencia de inversión, permanece en ese ángulo de inversión durante cierto tiempo, tal como durante más de tres segundos. . En particular, mantener el recipiente en una posición invertida durante un período permite que se produzca la mezcla por convección y permite que el líquido caliente esterilice el interior de la parte superior del recipiente. En un modo de realización, el recipiente se mantiene en un ángulo mayor de 90 grados durante al menos un segundo, o al menos dos segundos, o al menos tres segundos, o al menos cuatro segundos, antes de devolver el recipiente a un ángulo de inversión de menos de 90 grados.

En determinados modos de realización de la divulgación, el tiempo total para someter un recipiente a una única secuencia de inversión es de al menos aproximadamente 30 segundos, tal como de aproximadamente 15 a aproximadamente 50 segundos, o de aproximadamente 20 a aproximadamente 45 segundos, o de aproximadamente 25 a aproximadamente 40 segundos, o de aproximadamente 30 a aproximadamente 35 segundos. En consecuencia, cuando un recipiente se somete a múltiples secuencias de inversión, el recipiente puede experimentar una inversión para el proceso de esterilización durante varios minutos, tal como durante hasta dos minutos, o hasta tres minutos, o hasta cuatro minutos, o hasta cinco minutos. Típicamente, aproximadamente dos minutos es suficiente.

La secuencia de inversión y el tiempo dependerán de varios factores, como la forma y el tamaño del recipiente que se somete al proceso de esterilización, la clase de líquido y el tipo de inclusiones, si las hay, presentes en el líquido. En un modo de realización, el recipiente es un frasco de bebida, tal como un frasco de tereftalato de polietileno (PET) de 420 ml o 1000 ml. En modos de realización alternativos, el recipiente es un frasco de PET de 355 ml o un frasco de vidrio de 240 ml. Típicamente, los modos de realización de la divulgación se pueden aplicar a casi cualquier frasco de PET o vidrio, o, de hecho, cualquier recipiente que sea transparente a la energía de microondas, es decir, permite que esencialmente toda la energía de microondas pase a través del recipiente y sea adsorbida por el producto en el mismo.

Muchos líquidos pueden esterilizarse comercialmente con el proceso de esterilización de modos de realización de las divulgaciones, tales como líquidos acuosos. Por ejemplo, pero sin limitación, el líquido puede ser una bebida seleccionada del grupo que consiste en refrescos sin gas, bebidas listas para beber, bebidas de café, bebidas de té, bebidas lácteas, así como concentrados líquidos, aguas saborizadas, aguas mejoradas, zumos y bebidas con sabor a zumo, bebidas deportivas y productos alcohólicos. Los procesos de esterilización se pueden usar con líquidos que tengan una viscosidad de tan solo aproximadamente 0,2 mPas (0,2 centipoises) hasta aproximadamente 200 mPas (200 centipoises), o hasta 100 mPas (100 centipoises), o hasta 50 mPas (50 centipoises), o hasta 25 mPas (25 centipoises). Típicamente, cuanto más espeso es el líquido, más lentamente debe invertirse el recipiente durante la una o más secuencias de inversión para permitir que el líquido fluya hacia el extremo superior del recipiente tras la inversión. Un viscosímetro Brookfield o un reómetro HAAKE es un tipo de equipo adecuado que se utiliza para medir la viscosidad del líquido en modos de realización de la divulgación.

Las inclusiones proporcionadas en el líquido no están particularmente limitadas. En determinados modos de realización, las inclusiones pueden ser componentes de fruta, por ejemplo pulpa de fruta, vesículas de fruta y/o sacos de fruta. Las inclusiones también pueden ser trozos de verduras, trozos de carne, partículas gelificadas, y hierbas y especias.

En modos de realización ejemplares, las inclusiones comprenden una amplia gama de formas, tamaños de partículas y densidades. El experto en la técnica reconoce que el tiempo seleccionado para cada inversión en una secuencia de inversión dependerá de la velocidad a la que fluyen las inclusiones particulares dentro del líquido tras la inversión del recipiente. Por ejemplo, las inclusiones que tienen altas densidades (es decir, masa por unidad de volumen) se desplazarán más rápido a través del líquido y alcanzarán el extremo superior del recipiente tras la inversión más rápidamente que las inclusiones que tienen densidades más bajas. En consecuencia, el período de tiempo seleccionado para someter el recipiente a un ángulo de inversión máximo será más largo para un líquido que contiene partículas que tienen una densidad mayor que el período de tiempo para un líquido que contiene partículas que tienen una densidad más baja.

Los modos de realización de la divulgación se refieren a un producto de flujo libre. Sin embargo, los sólidos en algunos productos de flujo libre pueden aglomerarse o adherirse para formar grupos que impiden el flujo libre de producto en todas las áreas del interior del recipiente. El procedimiento de manipulación de acuerdo con modos de realización de la divulgación a menudo romperá dichos grupos, como se describe en la solicitud pendiente de n.º de serie 12/879.611. Esta solicitud pendiente describe una circunstancia en la que las inclusiones de partículas de fruta se aglomeran e impiden que el producto fluya a todas las áreas del recipiente.

Los modos de realización de la divulgación se pueden aplicar con cualquier tipo de envasado que pase suficiente energía o radiación electromagnética no ionizante al producto. Por consiguiente, el vidrio y muchos plásticos se usan adecuadamente con este procedimiento y aparato. El recipiente también debe disminuir temperaturas elevadas y no debe deformarse a una temperatura de esterilización comercial.

Un aparato adecuado para uso en modos de realización seleccionadas de la divulgación se ilustra en las figuras de los dibujos. Típicamente, el aparato comprende un transportador para una pluralidad de recipientes. El transportador está configurado para someter la pluralidad de recipientes a una serie de ángulos a medida que se transportan los recipientes. Un transportador 30 se ilustra en la Figura 3. El transportador 30 comprende una cinta transportadora 32 configurada para fijarse y correr a lo largo de un bastidor (no mostrado) que tiene un diseño específico. Por ejemplo, de acuerdo con el modo de realización de la Figura 3, el diseño a lo largo del cual se desplaza la cinta transportadora 32 es un tipo de forma de "S". La forma está configurada para que cada uno de una pluralidad de recipientes 34 colocados en la cinta transportadora 32 se someta a una secuencia de inversión. La secuencia de inversión ilustrada comienza con los recipientes colocados en la cinta transportadora 32 en posición vertical, en un ángulo de cero grados con respecto a la vertical. A medida que la cinta transportadora 32 se desplaza en la dirección de las flechas en la Figura 3, los recipientes 34 experimentan una primera inversión desde cero grados con respecto a la vertical hasta un ángulo de entre 90 y 180 grados, de aproximadamente 135 grados. Como se analiza anteriormente, el tiempo requerido para completar la primera inversión de los recipientes se selecciona de acuerdo con las características de los recipientes y tanto el fluido como las inclusiones presentes dentro de los recipientes.

El bastidor del transportador está configurado para hacer que la cinta transportadora 32 continúe desplazándose en el mismo ángulo de inversión durante un período de tiempo predeterminado para permitir que el fluido dentro

de los recipientes permanezca en contacto con las partes superiores del recipiente y esterilice las partes superiores del recipiente. Los recipientes 34 mostrados en la Figura 3 son recipientes que comprenden cada uno un cuerpo 31 y un cuello 33, en el que el cuello 33 tiene un diámetro más pequeño que el cuerpo 31. En consecuencia, el cuello 33 de un recipiente 34 en particular se somete a esterilización mientras que los recipientes 34 se mantienen en el ángulo de inversión entre 90 y 180 grados con respecto a la vertical.

A fin de garantizar la mezcla mecánica y aprovechar la convección, la cinta transportadora 32 se curva mientras se mueve, desplazando los recipientes 34 para que los recipientes 34 pasen a través de ángulos de inversión más bajos, tal como entre 0 y 90 grados con respecto a la vertical. Esta manipulación también sirve para empujar las inclusiones lejos de los cuellos 33 de los recipientes 34. Como se ilustra en la Figura 3, la cinta transportadora 32 avanza a continuación a través de varias inversiones adicionales, que incluyen mantener los recipientes 34 en un ángulo de inversión de entre 90 y 180 grados con respecto a la vertical dos veces más. Típicamente, un aparato de acuerdo con algunos modos de realización de la divulgación está configurado para proporcionar una secuencia de inversión que comprende al menos ocho inversiones, en el que cada inversión comprende cruzar la línea de 90 grados con respecto a la vertical (es decir, perpendicular a la vertical). En determinados modos de realización, el aparato se parece a una montaña rusa, en el que los recipientes son análogos a los pasajeros y el transportador es análogo a los coches de la montaña rusa.

Una parte de un transportador se ilustra en la Figura 4. El transportador 40 comprende una pluralidad de cavidades 42, 44, 46, etc., en el que cada una de la pluralidad de cavidades está configurada para contener uno o más recipientes 41. La inclusión de bolsas en el transportador permite que los recipientes se aislen unos de otros y/o ayude a estabilizar los recipientes dentro del transportador al someterlos a inversión durante la esterilización de los recipientes.

En determinados modos de realización, un cerramiento está dispuesto sobre el transportador para evitar que la pluralidad de recipientes se caiga del transportador. En un aspecto, el cerramiento comprende una tapa para el transportador, para que la gravedad no haga que los recipientes caigan o se caigan del transportador cuando los recipientes se inviertan a un ángulo de 90 grados o más con respecto a la vertical. Opcionalmente, la tapa comprende una placa metálica. En determinados modos de realización, el aparato comprende un aislamiento dispuesto alrededor de al menos una parte del transportador y el cerramiento, para ayudar a mantener la temperatura del líquido en los recipientes durante la manipulación. Por ejemplo, el aislamiento puede estar dispuesto alrededor del transportador y el cerramiento a lo largo de toda la longitud del aparato, o en una parte de la longitud del aparato.

El transportador está configurado para someter la pluralidad de recipientes a una o más secuencias de inversión que comprenden una primera inversión del recipiente hasta que la base se sitúa en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en el que la primera inversión ocurre durante un período de tiempo de al menos tres segundos, y en el que la secuencia de inversión evita que las inclusiones se aglomeren en la pluralidad de recipientes y permite que el líquido esterilice la pluralidad de recipientes.

Con referencia a la Figura 5, un cerramiento 52 está dispuesto sobre el transportador 50 para evitar que la pluralidad de recipientes se caiga del transportador, tal como cuando los recipientes están sometidos a ángulos de inversión. En particular, el cerramiento 52 de la Figura 5 comprende una tapa configurada para fijarse en la parte superior del transportador 50. En consecuencia, cuando el cerramiento 52 se emplea con el transportador 50, cualquier recipiente dispuesto dentro del transportador 50 estará protegido contra el volcado 50 cuando los recipientes estén colocados en ángulos mayores de 90 grados con respecto a la vertical. La característica principal del cerramiento de acuerdo con los modos de realización de la divulgación es que mantendrá cada recipiente lo suficientemente apretado en su lugar para que no se caiga del transportador ni se desplace durante el proceso de inversión.

Con referencia a la Figura 6, se proporciona un aparato alternativo 60 para manipular recipientes. En modos de realización seleccionadas, el aparato 60 comprende un alojamiento 62 y una pluralidad de brazos 64 dispuestos en el alojamiento 62 y que se extienden desde él perpendiculares al alojamiento 62. Además, el aparato 60 comprende una pluralidad de abrazaderas 66, y cada abrazadera 66 está configurada para unirse al extremo distal de uno de los brazos 64 del aparato 60. Un recipiente 61 se mantiene entonces dentro de una abrazadera 66. El aparato 60 manipula los recipientes 61 haciendo que la pluralidad de abrazaderas 66 gire, invirtiendo de este modo la pluralidad de recipientes 61. El aparato 60 puede comprender un motor (no mostrado) configurado para impulsar la pluralidad de abrazaderas 66 a través de una o más secuencias de inversión completas como se describe anteriormente para llevar a cabo la esterilización de los recipientes 61.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se preparó una bebida de zumo que contiene sacos de mandarina, que comprende los ingredientes enumerados en la Tabla 1.

Tabla 1

| Ingrediente | Volumen métrico | Peso métrico |
|------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Ácido cítrico anhidro | | 7,154 kg |
| Ácido ascórbico | | 1,021 kg |
| Betacaroteno 10 % CWS | | 0,229 kg |
| Premezcla de vitaminas (A y E) | | 0,680 kg |
| Zumo de naranja HD 17M14HDO | 57,020 l | 74,950 kg |
| Sabor a naranja | 3,8 l | 3,987 kg |
| Goma xantana Keltrol | | 1,533 kg |
| Sacos de pulpa de naranja entera | 201,700 l | 209,200 kg |
| Sacarosa granulada | | 345,900 kg |
| Agua tratada (calculada) | 2924,000 l | 2.916,000 kg |
| Rendimiento de la bebida terminada | 3406,0 l (es decir, 900 galones) | 3560,8 kg |

3406,0 l (novecientos galones) de la bebida se calentaron a una temperatura promedio de 85 °C (185 °F) usando un proceso térmico, es decir, un calentador, y se mantuvieron a esa temperatura durante 30 segundos. A continuación, la bebida caliente se llenó en frascos de PET de 420 ml y se tapó. Antes de enfriar, los frascos se colocan en un aparato y se someten a tres secuencias de inversión. Cada secuencia de inversión comprende la inversión de los recipientes a los ángulos representados en el gráfico de la Figura 1. Cada secuencia de inversión se realiza durante un período de tiempo de 36,7 segundos, para un total de 110,1 segundos para las tres secuencias de inversión. El procedimiento de esterilización se sometió a prueba tomando mediciones de temperatura en el interior de los tapones de los frascos, así como realizando un estudio de microincubación en 30 000 frascos de producto. El análisis de microincubación de los frascos mostró la consecución de la esterilidad del 100 % de los frascos.

15 Ejemplo comparativo 2

Se preparó una bebida de zumo que contenía sacos de mandarina y se llenó en frascos de PET de 420 ml de acuerdo con el procedimiento divulgado en el Ejemplo 1. Antes de enfriar, los frascos llenados en caliente se sometieron a un proceso de inversión en joroba del camello durante seis segundos. El procedimiento de inversión en joroba del camello consistía en agarrar un frasco erguido vertical con pinzas de goma e inclinar el frasco hasta que estaba inclinada 90 grados en su lado. El frasco se transfirió a una posición vertical cuando llegó a la parte superior, y a continuación se inclinó 90 grados hacia su lado en la dirección opuesta. Un análisis de microincubación de los frascos mostró un fallo de esterilidad del 10 % de los frascos.

Aunque el Ejemplo 1 implicó un calentamiento del producto antes de llenar los recipientes utilizando un proceso térmico, es decir, calentamiento con un calentador, de acuerdo con modos de realización de la presente divulgación, el producto se puede llenar en frascos de PET de 420 ml, y la temperatura del producto se puede aumentar irradiando el producto con radiación electromagnética no ionizante desde un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante durante aproximadamente 30 segundos para llevar la temperatura promedio del producto a aproximadamente 85 °C (185 °F). En un modo de realización, los frascos pueden taparse después de llenarse con el producto y antes de la irradiación del producto. Los expertos en la materia reconocerán que, de acuerdo con esta divulgación, pueden requerirse temperaturas más altas y/o un mayor período de tiempo a una temperatura elevada para lograr la esterilización comercial de un producto que tenga un pH mayor que un producto que tenga un pH más bajo. Por ejemplo, un producto que tenga un pH superior a 3,8 puede necesitar ser irradiado con radiación electromagnética no ionizante para elevar la temperatura del producto a una temperatura más alta y/o mantener el producto a una temperatura elevada durante un período más largo de tiempo que para un producto con un pH inferior a 3,8 para lograr la esterilización comercial.

El procedimiento puede comprender proporcionar un recipiente cerrado, comprendiendo el recipiente cerrado un producto de flujo libre dispuesto dentro del recipiente cerrado; transportar el recipiente cerrado a través de un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte, transmitiendo radiación electromagnética no ionizante desde el dispositivo de radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transmisión con una parte del tiempo de transporte, y manipular el recipiente cerrado durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro del recipiente cerrado y la totalidad de las superficies interiores del recipiente cerrado, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de manipulación con al

- 5 menos una parte del período de tiempo de transmisión. En un modo de realización de la divulgación, al menos una parte del período de tiempo de manipulación puede superponerse con al menos una parte del período de tiempo de transporte. En un modo de realización, al menos una parte del período de tiempo de manipulación, al menos una parte del período de tiempo de transmisión, y al menos una parte del período de tiempo de transporte se superponen. En un modo de realización, la transmisión comprende radiación electromagnética no ionizante seleccionada del grupo que consiste en radiación de microondas y radiación de radiofrecuencia. En un modo de realización, la radiación electromagnética no ionizante tiene una frecuencia seleccionada del grupo que consiste en $3 \text{ kHz} < f < 1 \text{ MHz}$, $1 \text{ MHz} \leq f < 300 \text{ MHz}$, y 300 MHz y 300 GHz .
- 10 En un modo de realización, el período de tiempo de transmisión se produce en menos de aproximadamente tres minutos. En un modo de realización, el período de tiempo de transporte, el período de tiempo de transmisión y el período de tiempo de manipulación tienen lugar durante un período de tiempo colectivo, siendo el período de tiempo colectivo de menos de aproximadamente tres minutos.
- 15 En un modo de realización, la manipulación comprende manipular el recipiente cerrado para permitir que el producto que fluye libremente entre en contacto con las superficies interiores del recipiente cerrado.
- 20 En un modo de realización, la manipulación comprende someter el recipiente cerrado a una secuencia de inversión, comprendiendo la secuencia de inversión una primera inversión del recipiente cerrado hasta que la base del recipiente cerrado se sitúe en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en el que la primera inversión se produce en un período de tiempo de al menos tres segundos. En un modo de realización, la primera inversión invierte el recipiente cerrado hasta que la base del recipiente cerrado se encuentra en un ángulo de hasta 135 grados con respecto a la vertical.
- 25 En un modo de realización, el producto de flujo libre comprende un alimento, por ejemplo, una bebida. En un modo de realización, el producto de flujo libre comprende al menos un líquido acuoso. En un modo de realización, el producto de flujo libre comprende una bebida carbonatada. En un modo de realización, el producto de flujo libre comprende una bebida no carbonatada. En un modo de realización, el producto de flujo libre comprende un líquido seleccionado del grupo que consiste en un agua, un agua cercana, una bebida deportiva,
- 30 un zumo, una bebida no alcohólica, una bebida alcohólica (por ejemplo, una cerveza), un vino blanco con soda y un tónico.
- 35 En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende además una segunda inversión del recipiente cerrado de vuelta a un ángulo de aproximadamente 60 grados con respecto a la vertical. La segunda inversión puede ocurrir durante un período de tiempo de aproximadamente dos segundos.
- 40 En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende una tercera inversión del recipiente cerrado entre un ángulo de aproximadamente 60 grados respecto a la vertical y un ángulo de aproximadamente 135 grados respecto a la vertical. La tercera inversión puede ocurrir durante un período de tiempo de aproximadamente dos segundos.
- 45 En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende al menos ocho inversiones y se produce durante un período de tiempo de inversión de al menos treinta segundos.
- 50 En un modo de realización, el procedimiento puede comprender someter el recipiente cerrado a la secuencia de inversión al menos dos veces.
- 55 En un modo de realización, la primera inversión comprende mantener el recipiente cerrado en un ángulo de aproximadamente 135 grados con respecto a la vertical durante al menos aproximadamente tres segundos.
- 60 En un modo de realización de la divulgación, se proporciona un aparato para esterilizar recipientes. El aparato puede comprender un transportador configurado para transportar una pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de transporte, comprendiendo la pluralidad de recipientes un producto de flujo libre dispuesto dentro de los recipientes cerrados, y un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante configurado para transmitir radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión. El transportador se puede configurar para transportar la pluralidad de recipientes cerrados a través del dispositivo de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transporte con al menos una parte del período de tiempo de transmisión. Al menos una parte del transportador puede configurarse para manipular la pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados y la totalidad de las superficies interiores de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de manipulación con al menos una parte del período de tiempo de transmisión, en el que el transportador está configurado para someter
- 65 la pluralidad de recipientes a ángulos seleccionados a medida que la pluralidad de recipientes se transporta invirtiéndolos repetidamente de un lado a otro entre un ángulo mayor de cero grados pero de menos de 90

grados con respecto a la vertical y un ángulo mayor de 90 grados pero de menos de 180 grados con respecto a la vertical.

5 En un modo de realización, al menos una parte del período de tiempo de manipulación se superpone con al menos una parte del período de tiempo de transporte. En un modo de realización, al menos una parte del período de tiempo de manipulación, al menos una parte del período de tiempo de transmisión, y al menos una parte del período de tiempo de transporte se superponen.

10 En un modo de realización, el dispositivo de radiación electromagnética no ionizante está configurado para transmitir radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre seleccionado del grupo que consiste en radiación de microondas y radiación de radiofrecuencia. En un modo de realización, el dispositivo de radiación electromagnética no ionizante transmite radiación electromagnética no ionizante que tiene una frecuencia seleccionada del grupo que consiste en $3 \text{ kHz} < f < 1 \text{ MHz}$, $1 \text{ MHz} \leq f < 300 \text{ MHz}$, y 300 MHz y 300 GHz .

15 En un modo de realización, el período de tiempo de transmisión se produce en menos de aproximadamente tres minutos. En un modo de realización, el período de tiempo de transporte, el período de tiempo de transmisión y el período de tiempo de manipulación tienen lugar durante un período de tiempo colectivo, siendo el período de tiempo colectivo de menos de aproximadamente tres minutos.

20 En un modo de realización, el transportador está configurado para manipular la pluralidad de recipientes cerrados para permitir que el producto de flujo libre entre en contacto con las superficies interiores de la pluralidad de recipientes cerrados.

25 En un modo de realización, cada uno de la pluralidad de recipientes cerrados comprende una base respectiva, el transportador configurado para manipular cada uno de la pluralidad de recipientes cerrados a una o más secuencias de inversión que comprenden una primera inversión de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados hasta que la base respectiva del recipiente cerrado esté situada en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en el que la primera inversión ocurre durante un período de tiempo de al menos tres segundos.

30 En un modo de realización, la una o más secuencias de inversión comprenden invertir cada uno de la pluralidad de recipientes cerrados hasta que la base respectiva del recipiente cerrado se sitúe entre un ángulo de aproximadamente 60 grados con respecto a la vertical y un ángulo de aproximadamente 135 grados con respecto a la vertical, y en la que la una o más secuencias de inversión, y en la que la una o más secuencias de inversión ocurren cada una durante un período de tiempo de al menos 30 segundos.

40 En un modo de realización, el recipiente cerrado que contiene un material de flujo libre comprende una burbuja de gas, que también se puede llamar una bolsa de gas. El gas puede ser aire. Los expertos en la materia reconocerán que una burbuja de gas en el recipiente permitirá una mayor mezcla de material en el recipiente a medida que se manipula el recipiente. El volumen de burbujas de gas para una mezcla óptima está relacionado con el tamaño del recipiente y el volumen de material en el recipiente. Por consiguiente, a medida que aumenta el tamaño del recipiente y/o el volumen de material en el recipiente, se puede aumentar el volumen de burbujas de gas para mejorar la mezcla cuando se manipula el recipiente, asumiendo la misma manipulación que el recipiente.

45 En un modo de realización, la una o más secuencias de inversión comprenden cada una mantener la pluralidad de recipientes cerrados en uno o más ángulos durante al menos la mitad de un segundo cada uno.

50 En un modo de realización, el transportador está configurado para transportar frascos que comprenden un volumen seleccionado del grupo que consiste en 240 ml, 355 ml, 420 ml y 1000 ml.

55 En un modo de realización, se proporciona un procedimiento para la esterilización del interior de un recipiente, comprendiendo el procedimiento colocar un recipiente verticalmente erguido sobre una base de recipiente, conteniendo el recipiente un producto de flujo libre. El recipiente se somete a una radiación electromagnética no ionizante suficiente para alcanzar la temperatura de esterilización comercial en aproximadamente 30 segundos. El recipiente se somete a una secuencia de inversión, comprendiendo la secuencia de inversión una primera inversión del recipiente hasta que la base se sitúa en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en la que la primera inversión ocurre durante un período de tiempo de al menos tres segundos, y en la que la secuencia de inversión permite la esterilización de las superficies interiores del recipiente. En un modo de
60 realización, el recipiente se mantiene en un ángulo de hasta 140 grados con respecto a la vertical durante al menos tres segundos.

65 En un modo de realización, la secuencia de inversión comprende invertir el recipiente entre un ángulo de aproximadamente 60 grados con respecto a la vertical y un ángulo de aproximadamente 135 grados con respecto a la vertical, y en el que la secuencia de inversión se produce durante un período de tiempo de al menos 30 segundos.

Ejemplo 3

5 Se preparó una bebida de naranja, que comprende los ingredientes enumerados en la Tabla 2. El pH de la bebida de naranja fue inferior a 3,8.

| Descripción | Objetivo de brix | Objetivo ácido | Cantidad | UM | Litros | % por peso |
|---|------------------|----------------|----------|----|---------|------------|
| Concentrado de naranja bajo en aceite - brasileño | 66,0 | 3,57 | 187,57 | kg | 141,939 | 18,7570 |
| Sabor a Naranja, Natural | 70,0 | Ninguna | 0,07 | kg | 0,091 | 0,0078 |
| Ácido ascórbico USP FCC Kosher | 100,0 | 36,40 | 0,04 | kg | 0,067 | 0,0049 |
| Antiespumante Calgene | Ninguno | Ninguno | 0,01 | kg | 0,010 | 0,0010 |
| Agua filtrada | Ninguno | Ninguno | 812,29 | kg | 814,556 | 81,2293 |

10 La Fig. 7a representa el perfil de temperatura de un producto carbonatado de acidez alta con un pH inferior a 3,8 como se identifica en la Tabla 2 cuando se somete a la pasteurización en túnel convencional, es decir, el producto se coloca en un frasco, el frasco se tapa, el frasco se envía a través de un aparato de pasteurización de túnel donde se calienta con agua caliente rociada en el frasco, y luego se deja enfriar. En este ejemplo, el producto se calentó en una zona "de subida", es decir, aproximadamente 13 minutos, hasta que alcanzó aproximadamente 71,1 °C (160 °F). El producto se mantuvo a continuación a una temperatura objetivo de aproximadamente 71,1 °C (160 °F) durante aproximadamente 10 minutos para garantizar la esterilización del producto y las superficies interiores del recipiente. El producto y el frasco se dejaron enfriar.

Ejemplo 4

20 La Fig. 7b representa el perfil de temperatura del mismo producto carbonatado de acidez alta que en el Ejemplo 3, solo que esta vez el producto se somete a radiación de microondas después de colocarlo en un frasco y tapan el frasco. En este ejemplo, la zona "de subida" para elevar la temperatura a 78,3 °C (173 °F) usando radiación de microondas fue de aproximadamente 60 segundos, y el producto se mantuvo a una temperatura objetivo de aproximadamente 78,1 °C (172,5 °F) Durante aproximadamente 1 minuto. El producto y el frasco se dejaron enfriar.

25 La reducción logarítmica (LR) en patógenos es exponencial a la temperatura y lineal con el tiempo. La reducción logarítmica puede expresarse como sigue:

$$LR = \frac{1}{D_{Ref}} \int_0^t 10^{(T(t') - T_{Ref})/z} dt'$$

30 donde D_{Ref} es el tiempo requerido para una reducción de un decimal en el patógeno a la temperatura de referencia T_{Ref} , el valor z es el incremento de temperatura necesario para una disminución de diez veces en D , $T(t')$ es la temperatura en el momento t' , t es tiempo, dt' es el cambio instantáneo en el tiempo, D y Z son parámetros microbiológicos para organismos específicos, y T_{Ref} es la temperatura que inicia la muerte del microorganismo.

35 Una comparación de las Fig. 7a y 7b muestra que el tiempo de la zona "de subida" y el tiempo de mantenimiento del producto a la temperatura objetivo es mucho más largo con la pasteurización convencional en túnel, es decir, que calienta térmicamente el producto rociando agua caliente sobre un frasco lleno con el producto, que una técnica que calienta el producto con radiación de microondas. La comparación de los perfiles de temperatura también muestra que el tiempo que el producto está en una zona de abuso de calor (es decir, una zona en la que la temperatura puede dar como resultado la degradación de las propiedades organolépticas del producto) es mucho más largo en el Ejemplo 3 que en el Ejemplo 4.

Ejemplo 5

45 Se llenó en frascos agua carbonatada que tiene una temperatura de inicio de aproximadamente 19,4 °C (67 °F), más o menos 0,56 °C (1 °F), y luego se tapó. Después de taparse, los frascos se enviaron en posición vertical a través del aparato representado en las Figs. 8-10. Mientras se enviaban a través de este aparato, los frascos se sometieron a radiación de microondas durante un tiempo de aproximadamente 1 minuto. La radiación de microondas emitida fue de 50 kilovatios 1-1/2 RP. Después de enviarse a través del aparato para este primer pase de radiación de microondas, se sacaron los tapones de los frascos y se midió la temperatura del agua

carbonatada en la parte superior, en el centro y en la parte inferior de las frascos. Los frascos se taparon y luego se agitaron, es decir, se pusieron boca abajo durante unos 3 segundos y luego se giraron hacia arriba. A continuación se sacaron los tapones de las frascos y se midió la temperatura del agua carbonatada en el centro de cada frasco. Las tablas 3A, 3B y 3C muestran las lecturas de temperatura para frascos numeradas del 1 al 24 en la parte superior, central e inferior de las frascos. Como se muestra en las Tablas 3A, 3B y 3C, la temperatura del agua carbonatada en el centro de los frascos varió de 75,6 °C a 68,3 °C (168 °F a 155 °F) después de ser sometida a radiación de microondas como se describe anteriormente y antes de ser agitada. La temperatura del agua carbonatada en el centro de las frascos varió de 69,4 °C a 66,1 °C (157 °F a 151 °F) después de ser sometida a radiación de microondas y después de ser agitada como se describió anteriormente. Por consiguiente, con la agitación como se describe anteriormente, el intervalo de temperaturas del centro varió en 3,3 °C (6 °F) frente 7,2 °C (13 °F) sin agitación. Los expertos en la técnica reconocerán que la agitación durante la irradiación, como poner boca abajo gradualmente los frascos y luego ponerlos boca arriba durante la irradiación, dará como resultado que el intervalo de temperatura central sea inferior o igual a 3,3 °C (6 °F).

Tabla 3A - Temperaturas en °C (°F) para frascos numerados del 1 al 8

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parte superior | (165), 73,9 | (168), 75,6 | (168), 75,6 | (168), 75,6 | (167), 75,0 | (172), 77,8 | (167), 75,0 | (164), 73,3 |
| Centro antes de la agitación | (163), 72,8 | (165), 73,9 | (163), 72,8 | (165), 73,9 | (166), 74,4 | (168), 75,6 | (163), 72,8 | (162), 72,2 |
| Parte inferior | (152), 66,7 | (153), 67,2 | (150), 65,6 | (155), 68,3 | (155), 68,3 | (152), 66,7 | (151), 66,1 | (150), 65,6 |
| Centro después de la agitación | (153), 67,2 | (154), 67,8 | (152), 66,7 | (155), 68,3 | (156), 68,9 | (157), 69,4 | (155), 68,3 | (152), 66,7 |

Tabla 3B - Temperaturas en °C (°F) para frascos numerados del 9 al 16

| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parte superior | (172), 77,8 | (165), 73,9 | (163), 72,8 | (168), 75,6 | (158), 70,0 | (163), 72,8 | (164), 73,3 | (163), 72,8 |
| Centro antes de la agitación | (167), 75,0 | (161), 71,7 | (160), 71,1 | (163), 72,8 | (155), 68,3 | (160), 71,1 | (160), 71,1 | (163), 72,8 |
| Parte inferior | (152), 66,7 | (152), 66,7 | (149), 65 | (152), 66,7 | (151), 66,1 | (150), 65,6 | (146), 63,3 | (149), 65 |
| Centro después de la agitación | (157), 69,4 | (153), 67,2 | (151), 66,1 | (155), 68,3 | (151), 66,1 | (150), 65,6 | (154), 67,8 | (157), 69,4 |

Tabla 3C - Temperaturas en °C (°F) para frascos numerados del 17 al 24

| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parte superior | (161), 71,7 | (162), 72,2 | (159), 70,6 | (163), 72,8 | (158), 70,0 | (166), 74,4 | (163), 72,8 | (164), 73,3 |
| Centro antes de la agitación | (159), 70,6 | (158), 70,0 | (157), 69,4 | (161), 71,7 | (156), 68,9 | (161), 71,7 | (158), 70,0 | (160), 71,1 |
| Parte inferior | (149), 65 | (147), 63,9 | (149), 65 | (146), 63,3 | (143), 61,7 | (149), 65 | (146), 63,3 | (148), 64,4 |
| Centro después de la agitación | (155), 68,3 | (154), 67,8 | (154), 67,8 | (157), 69,4 | (154), 67,8 | (156), 68,9 | (154), 67,8 | (156), 68,9 |

Las figuras 8-10 ilustran vistas de un aparato de acuerdo con un modo de realización de la divulgación. El aparato 800 comprende un transportador 802 configurado para transportar una pluralidad de recipientes cerrados durante un periodo de tiempo de transporte, comprendiendo la pluralidad de recipientes un producto de flujo libre dispuesto dentro de los recipientes cerrados. El transportador 802 puede comprender una primera parte 804 en la que los recipientes cerrados se colocan en una posición vertical antes de ser transportados a través de un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante 806 (por ejemplo, un microondas). El dispositivo 806 puede comprender un generador de ondas de radiación electromagnética no ionizante 808, un cerramiento alargado o túnel 810, una pluralidad de aberturas 812 separadas a lo largo de una sección 814 del túnel 810, y al menos un conducto 816. En un modo de realización preferente, se proporcionan al menos dos conductos (816 y 816') para suministrar radiación desde dos lados opuestos 818 y 818' de la sección 814 y hacia el túnel 810. Los

conductos 816 y 816' están configurados para suministrar la radiación generada por el generador 808 a través de las aberturas 812 y al producto en recipientes cerrados transportados por el transportador 802 a través del túnel 810.

5 La figura 10 muestra una perspectiva de un modo de realización de la divulgación, con el túnel superior 810 retirado con fines ilustrativos. Como se muestra en la Fig. 10, los frascos con tapa 820 llenos con el producto 822 son transportadas por una segunda parte 824 del transportador 802 a través de una primera subsección 826 de la sección 814.

10 La Fig. 11 muestra una perspectiva del túnel 810 con un panel del túnel 810 eliminado. Como se muestra en la Fig. 11, el transportador 802 comprende una tercera parte 828 para manipular recipientes o frascos 820. La tercera parte 828 proporciona una manipulación adecuada útil en determinados modos de realización de la divulgación. La tercera parte 828 puede comprender un transportador 30 o una sección o secciones del transportador 30 mostradas en la Fig. 3.

15 La Fig. 12 muestra una perspectiva de una parte 1201 del transportador 1200 útil en determinados modos de realización de la divulgación. En la Fig. 11, los frascos tapados 1202 contienen un zugo 1204. El zugo 1204 puede contener inclusiones, por ejemplo, sacos de mandarina. Como se muestra en la Fig. 12, los frascos tapados 1202 se manipulan mediante el transportador 1200 desde una posición vertical a una posición no vertical a medida que los frascos tapados 1202 se transportan en una dirección longitudinal a lo largo del transportador 1200. El transportador 1200 puede comprender un transportador 30 o una sección o secciones del transportador 30 mostradas en la Fig. 3, o una tercera parte 828 mostrada en la Fig. 11.

20 Los expertos en la materia reconocerán que los procedimientos divulgados en el presente documento pueden ajustarse según sea apropiado para lograr la esterilización comercial. A modo de ejemplo, pero sin limitación, un procedimiento para lograr la esterilización comercial puede comprender someter recipientes cerrados que comprenden zumo de naranja carbonatada a radiación electromagnética no ionizante para llevar la temperatura del zumo a al menos aproximadamente 78,1 °C (172,5 grados Fahrenheit), y manipular los recipientes de manera que permita que el zumo se mezcle y entre en contacto con las superficies interiores de los recipientes.

25 En un modo de realización preferente, los recipientes cerrados comprenden una burbuja de gas, que facilitará la mezcla del zumo y el contacto del zumo con las superficies interiores de los recipientes.

30 En un modo de realización, el zumo de naranja carbonatado que tiene un pH de 3,6 puede colocarse en frascos de PET y luego taparse para que haya una burbuja de gas sobre el zumo en cada frasco. Los frascos tapados pueden someterse a continuación a una radiación electromagnética no ionizante para elevar la temperatura del zumo a 78,1 °C (172,5 grados Fahrenheit) y mantener el zumo a esa temperatura elevada durante aproximadamente 1 minuto, y durante este período de tiempo, los frascos pueden someterse a una o más inversiones de acuerdo con los ángulos representados en el gráfico de la Figura 1 para lograr la esterilización comercial.

35 En un modo de realización, el zumo de naranja carbonatado que tiene un pH de 3,6 puede colocarse en frascos de PET y luego taparse para que haya una burbuja de gas sobre el zumo en cada frasco. Los frascos tapados pueden someterse a continuación a una radiación electromagnética no ionizante para elevar la temperatura del zumo a 75,6 °C -76,1 °C (168-169 grados Fahrenheit) y mantener el zumo a esa temperatura elevada durante aproximadamente 2 minutos, y durante este período de tiempo, los frascos pueden someterse a una o más inversiones de acuerdo con los ángulos representados en el gráfico de la Figura 1 para lograr la esterilización comercial. De acuerdo con esta divulgación, se pueden lograr tiempos más cortos para la esterilización comercial si la temperatura "de subida" de la bebida se eleva a más de aproximadamente 75,6 °C-76,1 °C (168-169 grados Fahrenheit). Por ejemplo, en un modo de realización, los frascos tapados pueden someterse a una radiación electromagnética no ionizante para elevar la temperatura del zumo a aproximadamente 78,1 °C (172,5 grados Fahrenheit) y mantener el zumo a esa temperatura elevada durante aproximadamente 1 minuto, y durante este período de tiempo, los frascos pueden someterse a una o más inversiones de acuerdo con los ángulos representados en el gráfico de la Figura 1 para lograr la esterilización comercial.

40 Los períodos de tiempo anteriores de acuerdo con la presente divulgación son mucho más cortos que un proceso de pasteurización en túnel convencional. La pasteurización convencional en túnel suele tardar al menos unos 10 minutos en calentar los recipientes y el producto con un rociado de agua caliente para elevar la temperatura de los recipientes y el producto a aproximadamente 71,1 °C-73,4 °C (160-165 grados Fahrenheit), y aproximadamente otros 10 minutos en mantener los recipientes y el producto a esa temperatura elevada para lograr la esterilización comercial.

45 Los beneficios de los modos de realización de la divulgación incluyen facilitar la innovación y la fabricación de bebidas con una vida útil de al menos tres meses y no contienen conservantes que de otro modo habrían sido necesarios usando técnicas convencionales para lograr la misma vida útil. Los beneficios también incluyen la posibilidad de convertir o modernizar de manera fácil y rentable las líneas de fabricación existentes utilizando técnicas convencionales de llenado en caliente o técnicas convencionales de pasteurización en túnel para lograr

una esterilización más eficaz del producto y los recipientes, y reducir la huella de carbono y/o el espacio requerido por las técnicas convencionales. Los beneficios incluyen al menos paridad o un mejor perfil térmico o de temperatura que las técnicas convencionales de esterilización por llenado en caliente, y un perfil térmico o de temperatura sustancialmente mejorado con respecto a las técnicas convencionales de pasteurización en túnel.

5 Los beneficios incluyen la capacidad de lograr la esterilización de productos que tienen inclusiones y recipientes que contienen productos que tienen inclusiones. Los beneficios de los modos de realización de la divulgación incluyen minimizar el abuso del producto y del recipiente, mejorar la pasteurización en túnel con PET, proporcionar un tiempo de fabricación más corto, proporcionar productos envasados en recipientes y que tengan una etiqueta de que no contienen conservantes, proporcionar un calentamiento más eficaz que el calentamiento
10 térmico convencional (tal como el rociado en agua caliente en frascos tapados), y proporcionar la oportunidad de fabricar y envasar productos que no podrían fabricarse ni envasarse utilizando técnicas convencionales. Los beneficios incluyen proporcionar la oportunidad de usar recipientes que no podrían usarse usando técnicas convencionales. Los beneficios incluyen proporcionar una fabricación y embotellado mejorados para una amplia variedad de bebidas, particularmente cuando se utiliza el embotellado con PET. Los beneficios incluyen la
15 posibilidad de usar electricidad, que puede ser generada por generadores sostenibles y/o que no queman combustible, a diferencia de los generadores que queman combustible usados en ciertas técnicas convencionales.

20 Como se señaló anteriormente, la esterilización convencional en túnel tiene una eficiencia energética de aproximadamente un 30-50 %, es decir, aproximadamente un 30-50 % de la cantidad de energía (que puede expresarse en unidades térmicas británicas, es decir, BTU) generada por una caldera de combustible que se suministra realmente al producto. Los beneficios de la presente divulgación incluyen una esterilización que tiene una mayor eficiencia energética de un 70 %, es decir, hasta un 70 % de la cantidad de energía generada para proporcionar radiación electromagnética no ionizante se suministra al producto.

25

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de esterilización que comprende:

- 5 proporcionar un recipiente cerrado, comprendiendo el recipiente cerrado un producto de flujo libre dispuesto dentro del recipiente cerrado;
- transportar el recipiente cerrado a través de un aparato de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte,
- 10 transmitir radiación electromagnética no ionizante del aparato al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transmisión con al menos una parte del período de tiempo de transporte, y
- 15 manipular el recipiente cerrado durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro del recipiente cerrado y la totalidad de las superficies interiores del recipiente cerrado, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de manipulación con al menos una parte del período de tiempo de transmisión, en el que la manipulación comprende someter dicho recipiente a una secuencia de inversión, en el que dicha secuencia de inversión comprende invertir repetidamente dicho
- 20 recipiente a un lado y a otro entre varios ángulos seleccionados, en el que al menos uno de los ángulos es mayor de cero grados pero de menos de 90 grados con respecto a la vertical, mientras que al menos uno de los ángulos es mayor de 90 grados pero de menos de 180 grados con respecto a la vertical.

2. El procedimiento de la reivindicación 1,

- 25 en el que al menos una parte del período de tiempo de manipulación se superpone con al menos una parte del período de tiempo de transporte, o
- en el que al menos una parte del período de tiempo de manipulación, al menos una parte del período de tiempo de transmisión, y al menos una parte del período de tiempo de transporte se superponen, o
- 30 en el que la transmisión comprende radiación electromagnética no ionizante seleccionada del grupo que consiste en radiación de microondas y radiación de radiofrecuencia, o
- 35 en el que la radiación electromagnética no ionizante tiene una frecuencia seleccionada del grupo que consiste en $3 \text{ KHz} < f < 1 \text{ MHz}$, $1 \text{ MHz} \leq f < 300 \text{ MHz}$, y 300 MHz y 300 GHz , o
- en el que el período de tiempo de transmisión se produce en menos de unos tres minutos, o
- 40 en el que el período de tiempo de transporte, el período de tiempo de transmisión y el período de tiempo de manipulación tienen lugar durante un período de tiempo colectivo, siendo el período de tiempo colectivo de menos de aproximadamente tres minutos, o
- 45 en el que la manipulación comprende manipular el recipiente cerrado para permitir que el producto de flujo libre entre en contacto con las superficies interiores del recipiente cerrado, o
- en el que el recipiente cerrado comprende además una burbuja de gas, o
- 50 en el que el producto de flujo libre comprende una bebida.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la secuencia de inversión comprende una inversión inicial del recipiente a un ángulo mayor de 90 grados con respecto a la vertical durante un período de 0,5 a 6,5 segundos, el tiempo en el que el recipiente se mantiene en el ángulo de inversión máximo en la secuencia de inversión es de 0,5 a 8,5 segundos, y el período para devolver el recipiente a un ángulo de menos de 90 grados con respecto a la vertical se produce en un período de tiempo de 0,5 a 6,5 segundos.

4. Un aparato para esterilizar recipientes que comprende:

- 60 un transportador configurado para transportar una pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de transporte, comprendiendo la pluralidad de recipientes un producto de flujo libre dispuesto dentro de los recipientes cerrados,

un dispositivo de radiación electromagnética no ionizante configurado para transmitir radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre para lograr una temperatura de esterilización durante un período de tiempo de transmisión,

5 el transportador configurado para transportar la pluralidad de recipientes cerrados a través del dispositivo de radiación electromagnética no ionizante durante un período de tiempo de transporte, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de transporte con al menos una parte del período de tiempo de transmisión,

10 al menos una parte del transportador configurado para manipular la pluralidad de recipientes cerrados durante un período de tiempo de manipulación para lograr la esterilización de la totalidad del producto dentro de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados y la totalidad de las superficies interiores de cada uno de la pluralidad de los recipientes cerrados, superponiéndose al menos una parte del período de tiempo de manipulación con al menos una parte del período de tiempo de transmisión,

15 en el que el transportador está configurado para someter la pluralidad de recipientes a ángulos seleccionados a medida que la pluralidad de recipientes se transporta invirtiéndolos repetidamente de un lado a otro entre un ángulo mayor de cero grados pero de menos de 90 grados con respecto a la vertical y un ángulo mayor que 90 grados pero de menos de 180 grados con respecto a la vertical.

20 **5.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 4,
 en el que al menos una parte del período de tiempo de manipulación se superpone con al menos una parte del período de tiempo de transporte, o

25 en el que al menos una parte del período de tiempo de manipulación, al menos una parte del período de tiempo de transmisión, y al menos una parte del período de tiempo de transporte se superponen, o

30 en el que el dispositivo de radiación electromagnética no ionizante está configurado para transmitir radiación electromagnética no ionizante al producto de flujo libre seleccionado del grupo que consiste en radiación de microondas y radiación de radiofrecuencia, o

35 en el que la radiación electromagnética no ionizante tiene una frecuencia seleccionada del grupo que consiste en $3 \text{ KHz} < f < 1 \text{ MHz}$, $1 \text{ MHz} \leq f < 300 \text{ MHz}$, y 300 MHz y 300 GHz , o

en el que el período de tiempo de transmisión se produce en menos de unos tres minutos, o

40 en el que el período de tiempo de transporte, el período de tiempo de transmisión y el período de tiempo de manipulación tienen lugar durante un período de tiempo colectivo, siendo el período de tiempo colectivo de menos de aproximadamente tres minutos, o

45 en el que el transportador está configurado para manipular la pluralidad de recipientes cerrados para permitir que el producto de flujo libre entre en contacto con las superficies interiores de la pluralidad de recipientes cerrados.

6. El aparato de la reivindicación 4, en el que el transportador está configurado para transportar frascos que comprenden un volumen seleccionado del grupo que consiste en 240 ml, 355 ml, 420 ml y 1000 ml, o en el que cada uno de la pluralidad de recipientes cerrados comprende una burbuja de gas.

50 **7.** Un procedimiento de esterilización del interior de un recipiente que comprende:
 colocar un recipiente verticalmente erguido sobre una base de recipiente, comprendiendo el recipiente un producto de flujo libre;

55 someter el recipiente a radiación electromagnética no ionizante suficiente para alcanzar la temperatura de esterilización comercial en 30 segundos, y someter el recipiente después de que se haya cerrado a una secuencia de inversión, comprendiendo la secuencia de inversión una primera inversión del recipiente hasta que la base se sitúa en un ángulo de hasta 180 grados con respecto a la vertical, en el que la primera inversión ocurre durante un período de tiempo de al menos tres segundos, y en el que la secuencia de inversión permite la esterilización de las superficies interiores del recipiente,

60 preferentemente en el que el recipiente se mantiene en un ángulo de hasta 140 grados con respecto a la vertical durante al menos tres segundos, o

ES 2 693 155 T3

en el que la secuencia de inversión comprende invertir el recipiente entre un ángulo de 60 grados con respecto a la vertical y un ángulo de 135 grados con respecto a la vertical, y en el que la secuencia de inversión se produce durante un período de tiempo de al menos 30 segundos, o

- 5 en el que el recipiente, después de haber sido cerrado, comprende además una burbuja de gas.

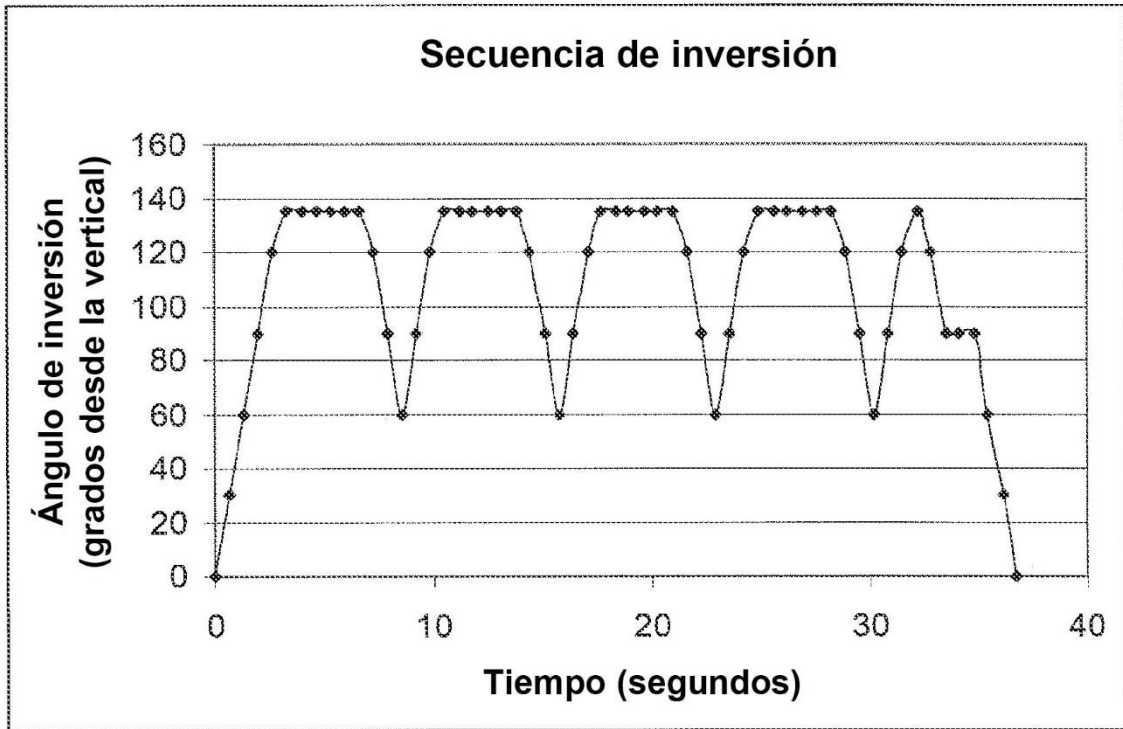


Figura 1

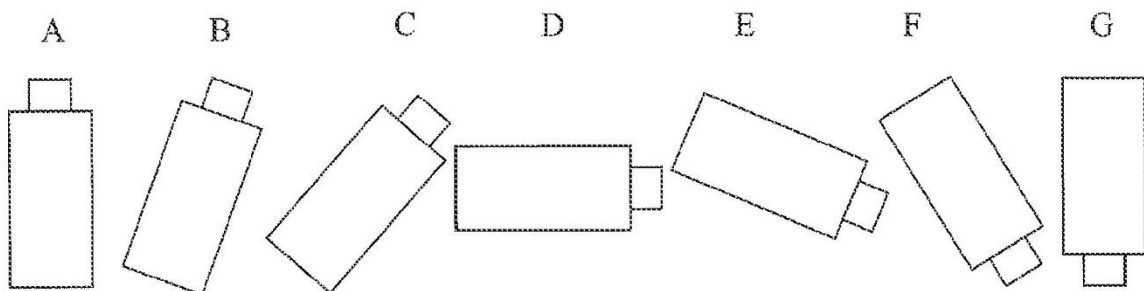


Figura 2

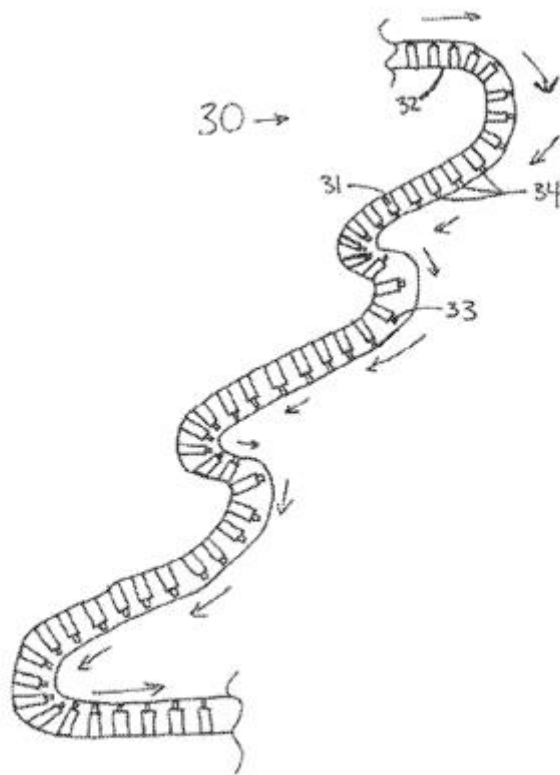


Figura 3

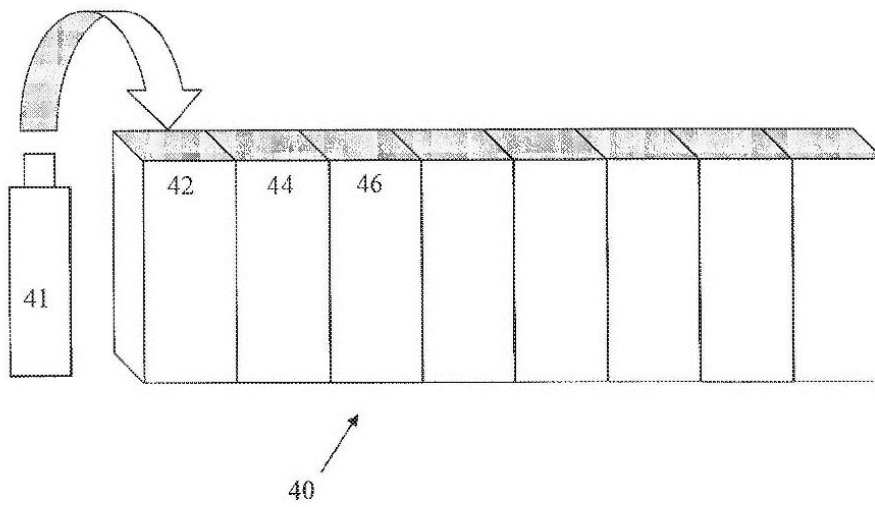


Figura 4

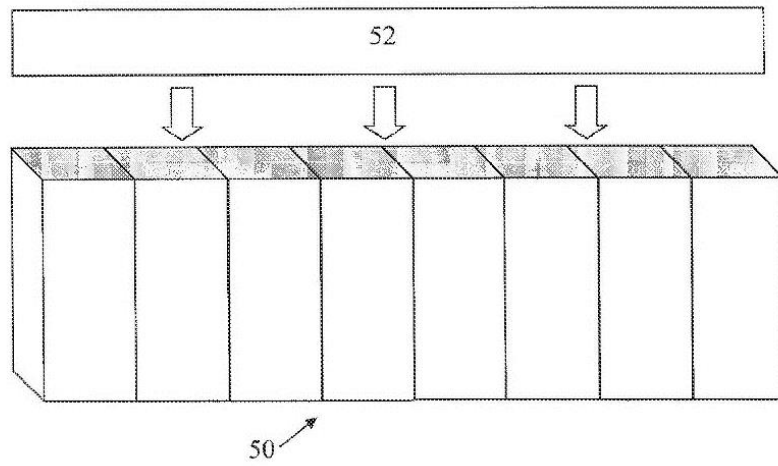


Figura 5

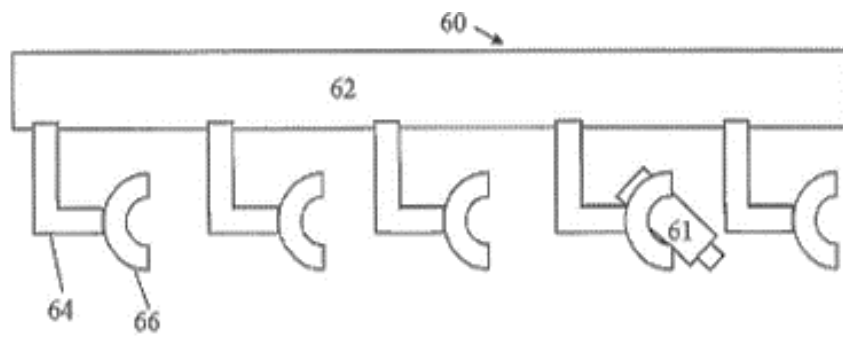


Figura 6

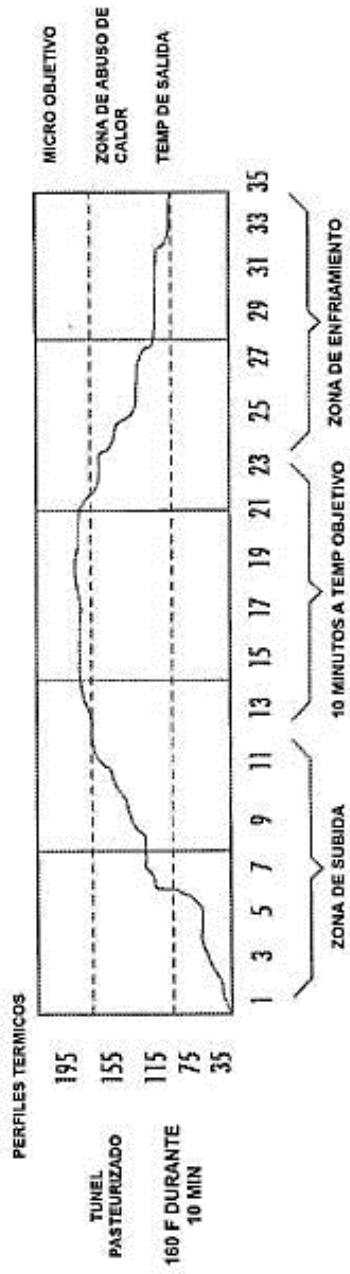
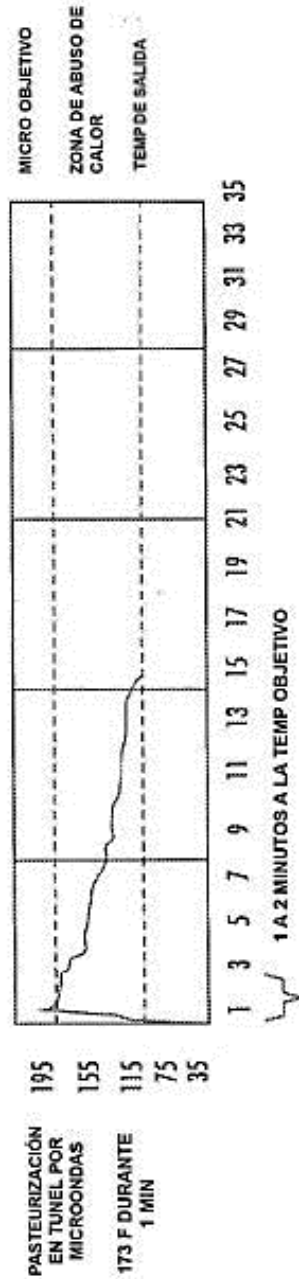


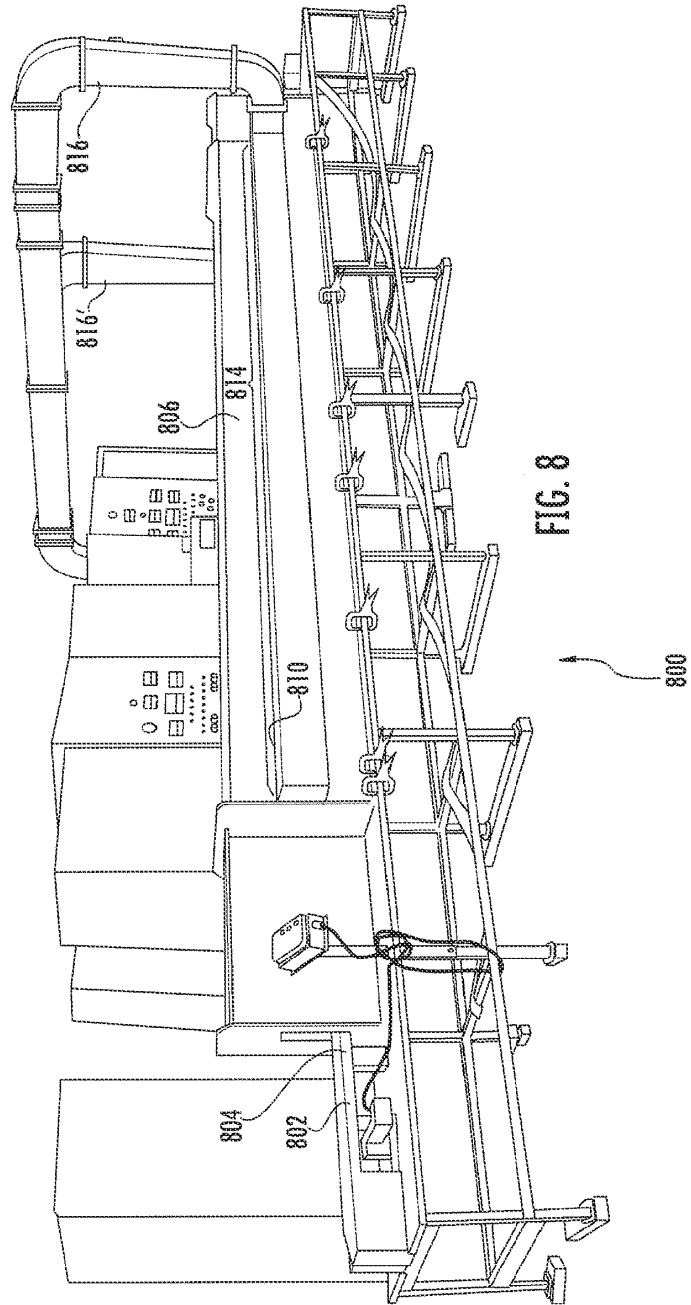
FIG. 7A

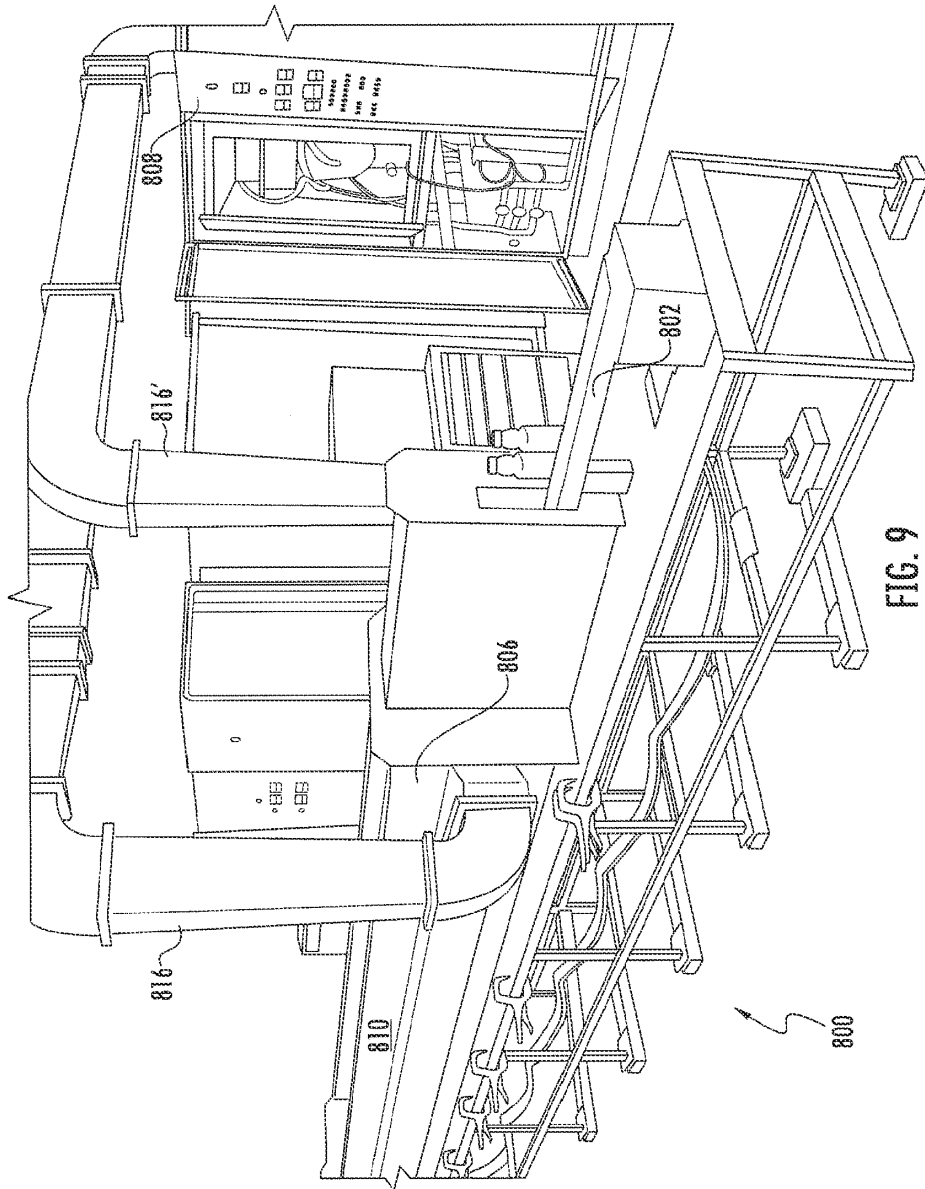


$$LR = \frac{1}{D_{Ref}} \int_0^t 10^{(T(t') - T_{Ref})/z} dt'$$

LA REDUCCIÓN LOGARÍTMICA ES EXPONENCIAL A LA TEMP Y LINEAL CON EL TIEMPO

FIG. 7B





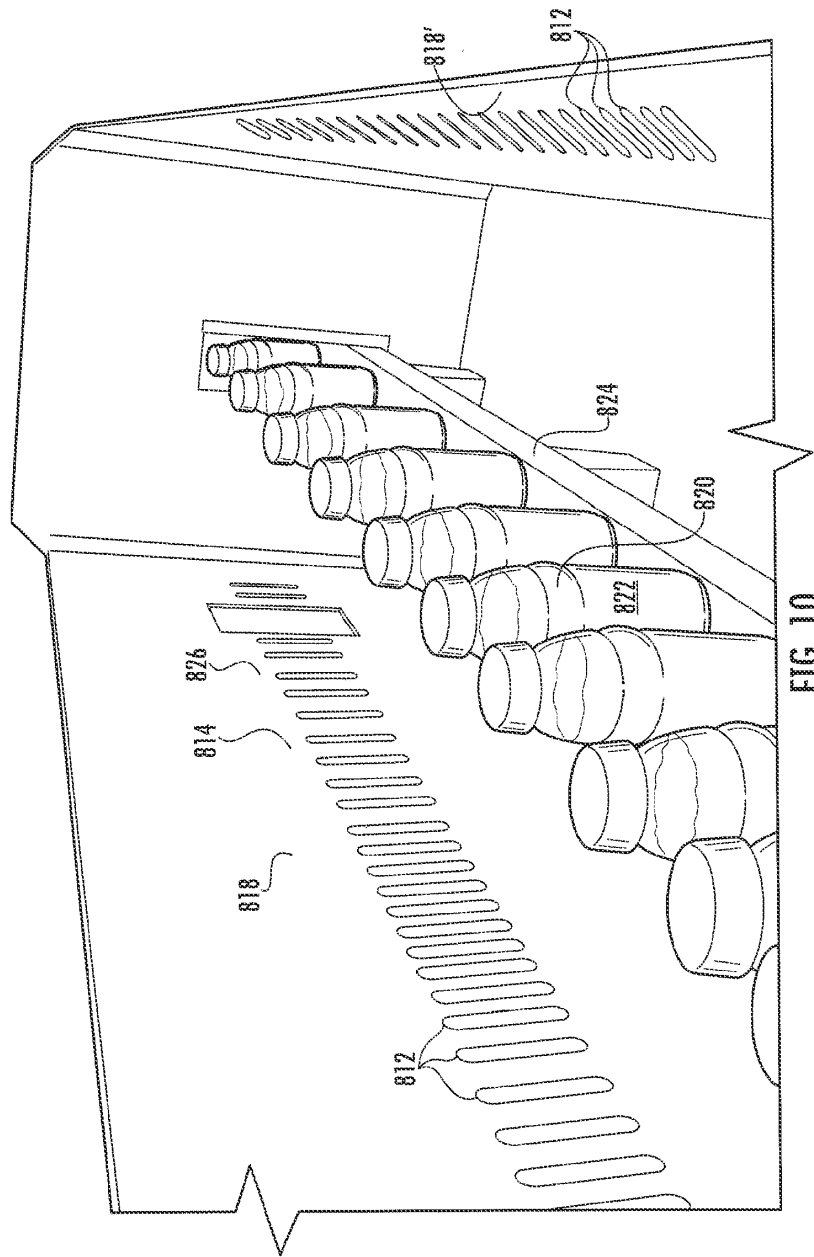


FIG. 10

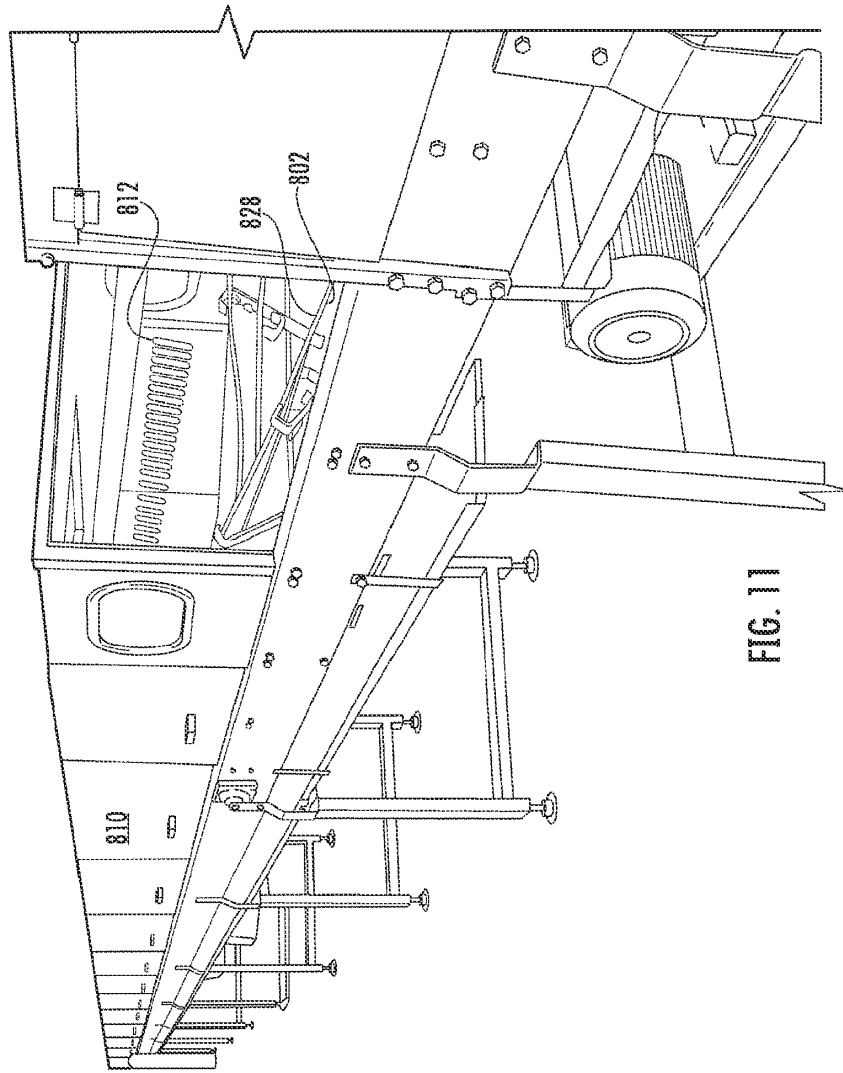


FIG. 11

