(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 393 334**

(51) Int. Cl.:
A23L 3/015 (2006.01)
B30B 5/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **04722131 .2**
(96) Fecha de presentación: **19.03.2004**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1605783**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **21.12.2005**

(54) Título: **Prensa isostática para el tratamiento a alta presión**

(30) Prioridad:
21.03.2003 SE 0300764

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.12.2012

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.12.2012

(73) Titular/es:
AVURE TECHNOLOGIES AB (100.0%)
QUINTUSVAGEN 2
721 66 VASTERAS, SE

(72) Inventor/es:
LÖNNEBORG, NILS-GUNNAR

(74) Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 393 334 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

Prensa isostática para el tratamiento a alta presión

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una prensa isostática para el tratamiento a alta presión de un producto en la cámara de presión de la prensa isostática. La invención también se refiere a un método, a un recipiente, a una planta y al uso para el tratamiento a alta presión de un producto por medio de una prensa isostática de este tipo.

Antecedentes de la técnica

Las prensas isostáticas del tipo mencionado a modo de introducción tienen diferentes ámbitos de aplicación. Un ámbito de aplicación es el tratamiento a alta presión isostático de productos tales como alimentos, fármacos y cosméticos. El tratamiento a alta presión isostático de este tipo se dirige a inactivar microorganismos y enzimas no deseados en el producto, ampliando de este modo la vida útil del producto sin afectar perjudicialmente a la calidad del producto. En comparación con los métodos tradicionales para el tratamiento de calor, el tratamiento a alta presión isostático es adecuado particularmente para alimentos ya que los sabores naturales, aromas y sustancias nutritivas de los alimentos se conservan mejor y los tiempos de proceso son más cortos. El tratamiento a alta presión isostático implica que el producto se somete a la misma presión desde todos los lados, lo que significa que el producto, incluso si se contrae, no cambiará su forma geométrica durante el tratamiento. La presión en la prensa isostática en el tratamiento a alta presión de alimentos asciende normalmente a aproximadamente 2000-10000 bar. Sin embargo, en algunas prensas isostáticas puede aplicarse una presión mayor, tal como hasta aproximadamente 15000 bar.

En el tratamiento a alta presión isostático de alimentos y productos similares, es deseable separar el producto alimenticio del medio de presión en la prensa isostática. En la técnica anterior, esto se hace situando el producto alimenticio en un envase hecho de un material flexible que permite la transferencia de presión desde el medio de presión hasta el producto que va a tratarse. Normalmente, dicho envase está hecho como una cubeta flexible o una bolsa que está en contacto directo con el medio de presión en la prensa isostática. Aumentando la presión en la prensa isostática, la presión aumentada se transfiere al producto a través de su envase flexible, y por tanto se tratará el producto.

En el tratamiento a alta presión isostático de alimentos y productos similares, la prensa isostática y el medio de presión en la prensa isostática tienen normalmente una temperatura de aproximadamente 10-120ºC. El producto que va a someterse a tratamiento a alta presión asumirá durante el tratamiento esencialmente la misma temperatura que la prensa isostática, lo que también se prefiere en muchos casos. La técnica anterior, se dirige en este momento a proporcionar prensas isostáticas en las que la temperatura del producto y la prensa isostática debe ser la misma de manera significativa durante todo el tratamiento. Un problema sigue siendo, sin embargo, cuando los productos van a someterse a tratamiento a alta presión en un estado congelado sin descongelarse durante el tratamiento, ya que se ha encontrado que es difícil usar una prensa isostática que en funcionamiento tenga la misma baja temperatura que el producto congelado.

Hoy en día existe una necesidad de poder someter productos congelados a tratamiento a alta presión, sin descongelarse. Las prensas isostáticas tradicionales no presentan ninguna posibilidad de tratamiento a alta presión de productos congelados sin descongelarse, y por tanto se requieren mejoras para el fin de eliminar este problema.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar una prensa isostática que está construida de modo que se obtiene tratamiento a alta presión satisfactorio de productos que tienen una temperatura por debajo de 0ºC en la que la temperatura del producto no supera 0ºC en ningún momento durante el tratamiento a alta presión.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método para el tratamiento a alta presión de productos que tienen una temperatura por debajo de 0ºC en el que la temperatura del producto no supera 0ºC en ningún momento durante el tratamiento a alta presión.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un recipiente, una planta y el uso para el tratamiento a alta presión de productos que tienen una temperatura por debajo de 0ºC en los que la temperatura del producto no supera 0ºC en ningún momento durante el tratamiento a alta presión.

Los objetos anteriores y otros objetos que resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción se conseguirán mediante una prensa isostática, un método, un recipiente, una planta y el uso según las reivindicaciones adjuntas.

La invención se basa en el conocimiento de que, absorbiendo calor adiabático emitido, puede mantenerse la temperatura del producto por debajo de 0ºC durante todo el tratamiento a alta presión. Esto puede conseguirse mediante medios relativamente sencillos que usan un cuerpo que durante el tratamiento a alta presión absorbe calor adiabático emitido de sustancias adyacentes al cuerpo.

Según un aspecto de la invención, se proporciona una prensa isostática, que comprende una cámara de presión adaptada para contener un primer medio de presión y un recipiente cerrado con posibilidad de colocación adaptado para contener un segundo medio de presión y un producto que tiene una temperatura por debajo de 0ºC, separando dicho recipiente el primer medio de presión del segundo medio de presión. Los medios de presión separados según la invención hacen posible usar medios de presión de diferentes calidades en el recipiente y la cámara de presión respectivamente, cuando no están en comunicación de fluido entre sí. Según la invención, el recipiente está dotado de medios de transferencia de presión adaptados para transferir presión desde el primer medio de presión hasta el segundo medio de presión. El recipiente comprende también un cuerpo que está hecho de un material que tiene baja emisión de calor adiabático en relación con sustancias adyacentes, estando dispuesto el cuerpo de manera que absorbe el calor adiabático emitido de las sustancias adyacentes durante el tratamiento a alta presión.

Por tanto, se crean condiciones completamente nuevas para someter productos que tienen una temperatura por debajo de 0ºC a un tratamiento a alta presión por medio de una prensa isostática en la que se contrarresta el calentamiento del producto debido a la transferencia térmica del ambiente de manera simple y eficaz. La posibilidad de contrarrestar un aumento de calor es de gran interés cuando los productos congelados que no se permiten descongelar durante el tratamiento a alta presión van a tratarse por medio de una prensa isostática.

Cuando se presuriza un sistema, la energía se transferirá al sistema, lo que da como resultado un aumento de la temperatura de las sustancias presurizadas. El aumento de temperatura depende de la compresibilidad de las sustancias, es decir las sustancias blandas se calentarán más que las sustancias duras. En el tratamiento a alta presión isostático, la temperatura se elevará por consiguiente en todas las sustancias compresibles según un patrón conocido, denominado aumento de temperatura adiabático.

En una prensa isostática según la invención, la temperatura de las sustancias compresibles se elevará debido a dicho aumento de temperatura adiabático en el tratamiento a alta presión. La temperatura del cuerpo incluido en el recipiente y que tiene baja emisión de calor adiabático se elevará durante la presurización de manera insignificante en relación con dichas sustancias compresibles. Durante el tratamiento a alta presión, el cuerpo que tiene una temperatura inferior en relación con el ambiente absorberá por consiguiente el calor adiabático emitido de las sustancias adyacentes al cuerpo.

Disponiendo un cuerpo que tiene una masa térmica grande en el recipiente, puede absorberse una cantidad sustancialmente grande de calor adiabático emitido de sustancias adyacentes al cuerpo mediante el cuerpo de manera eficaz. Mediante un cuerpo que tiene una masa térmica grande se entiende en este texto de solicitud un cuerpo que puede absorber a través de las sustancias adyacentes calor emitido con un aumento posterior de temperatura en partes del cuerpo, durante el aumento de presión en la prensa isostática, que está por debajo de la temperatura obtenida en el producto y el segundo medio de presión debido al aumento de temperatura adiabático. Una dimensión adecuada del cuerpo se determina mediante la cantidad calor que va a absorberse.

La cantidad de calor generado debido al aumento de presión durante el tratamiento a alta presión depende a su vez de la característica de aumento de temperatura adiabático de sustancias adyacentes, del volumen de las sustancias y de la presión aplicada. Proporcionando un recipiente cerrado que comprende un cuerpo de absorción de calor, se hace posible una acción muy ventajosa de contrarrestar la temperatura del producto en el recipiente que se eleva debido al calentamiento de las sustancias adyacentes, lo que no puede conseguirse mediante prensas isostáticas tradicionales en las que el producto está sometido al tratamiento a alta presión en una cubeta flexible, una bolsa o un dispositivo de almacenamiento de paredes finas similar.

El cuerpo en el recipiente está hecho preferiblemente de un material con capacidad calorífica alta, tal como metal, para proporcionar una buena calidad de absorción de calor del ambiente. Es ventajoso hacer el cuerpo de acero inoxidable o algún otro material no corrosivo. El acero inoxidable tiene ventajas adicionales con respecto a muchos otros metales al proporcionar una capacidad calorífica adecuada para el fin ($C_p \approx 0{,}48$ kJ/kg · K), al ser fácil de mecanizar y al ser barato. Es posible hacer el cuerpo de una pluralidad de materiales con diferentes características, que en capas diferentes juntas constituyen el cuerpo. Se apreciará que el cuerpo puede disponerse de muchas maneras diferentes en el recipiente para conseguir los objetos anteriores.

Una prensa isostática adecuada para el fin comprende un recipiente en el que el cuerpo constituye al menos parte de la pared de recipiente. Esto se consigue preferiblemente haciendo al menos parte de la pared de recipiente de un material que tiene baja emisión de calor adiabático y baja resistividad térmica, por lo que esta parte de la pared constituye dicho cuerpo que absorbe calor durante el tratamiento a alta presión tal como se describió anteriormente. Para el recipiente para absorber la emisión de calor adiabático de manera eficaz, según el cuerpo descrito anteriormente, la pared de recipiente está hecha de tal manera que constituye una masa térmica que es proporcional a la cantidad de calor emitido durante el tratamiento a alta presión de las sustancias adyacentes a la pared. El recipiente puede diseñarse con formas geométricas diferentes, tales como preferiblemente cilíndrica o alguna otra forma adecuada para el fin. Para obtener una masa térmica grande que de manera eficaz puede absorber el calor emitido de las sustancias adyacentes, una parte significativamente grande de la pared de recipiente consiste en el cuerpo. El cuerpo de absorción de calor puede constituir en un recipiente cilíndrico alargado preferido, por ejemplo, al menos la pared cilíndrica curva, pero los extremos del cilindro también pueden consistir ventajosamente en un material de absorción de calor con una masa térmica grande.

El recipiente está dotado ventajosamente al menos parcialmente de un aislamiento térmico. Manteniendo el primer medio de presión en la prensa isostática y el segundo medio de presión en el recipiente separados por medio de un recipiente cerrado al menos parcialmente aislado, se contrarresta una transferencia térmica entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión antes, durante y después del tratamiento a alta presión, afectándose ligeramente sólo la temperatura del segundo medio de presión y, por consiguiente, del producto por la temperatura del primer medio de presión que rodea al recipiente.

En el caso en el que el aislamiento consiste en una sustancia compresible, que caracteriza a muchos materiales aislantes, tales como caucho, el aislamiento se calentará adiabáticamente durante el tratamiento a alta presión debido a la compresión del aislamiento. El calor emitido del aislamiento calentará el segundo medio de presión y el producto, si este no se contrarresta, y por tanto el aislamiento está dispuesto preferiblemente en el exterior de la pared de recipiente. Disponiendo el aislamiento en el exterior de la pared de recipiente, la emisión de calor adiabático del aislamiento, que surge cuando éste se comprime durante el tratamiento a alta presión, se absorberá por la pared de recipiente. Por tanto se contrarrestará que la emisión de calor adiabático del aislamiento afecta a la temperatura del producto incluido en el recipiente. El recipiente aislado está dispuesto preferiblemente con una pared que tiene una masa térmica grande adaptada para absorber el calor adiabático emitido tanto del aislamiento como del producto y el segundo medio de presión al menos próximo a la pared en el recipiente, contrarrestando por tanto un aumento de temperatura en el producto debido a la transferencia térmica del ambiente en el tratamiento a alta presión.

Como ejemplo del recipiente que puede situarse en la prensa isostática, la pared tiene una masa térmica de aproximadamente 80 kJ/grado K. El aislamiento dispuesto alrededor de la pared y la parte inferior tiene, a una presión preferida en la cámara de presión de aproximadamente 6000 bar, una emisión de calor térmica de aproximadamente 120 kJ debido a la emisión de calor adiabático. El calor emitido del aislamiento por tanto contribuye a elevar la temperatura de la pared aproximadamente 1,5ºC durante el tratamiento a alta presión. Durante el tratamiento a alta presión, la pared absorberá también el calor adiabático emitido del segundo medio de presión y el producto al menos próximo a la pared, que contribuye además a un aumento de temperatura de aproximadamente 5ºC a la presión establecida anteriormente. Se apreciará que los valores anteriores de masa térmica y calor emitido son sólo a modo de ejemplo para una realización del recipiente en el que pueden hacerse muchas modificaciones del diseño del recipiente dentro del alcance de la invención.

Según una realización de la invención, el recipiente está dispuesto con una pared descrita previamente que sirve como el cuerpo para la absorción de calor de emisión de calor adiabático del aislamiento dispuesto en el exterior de la pared y también el producto y el segundo medio de presión al menos próximo a la pared en el recipiente. Fuera de dicha pared, que forma una pared interna, está dispuesta una pared externa que forma un espacio intermedio entre la pared interna y la externa, espacio intermedio que está adaptado para alojar un aislamiento térmico que contrarresta que el primer medio de presión en la cámara de presión afecte térmicamente al producto y al segundo medio de presión en el recipiente. Normalmente, el aislamiento consiste en una sustancia aislante térmica en forma de polímero, preferiblemente caucho natural o EPDM (caucho de etileno-propileno). Sin embargo, es posible proporcionar un recipiente en el que el espacio intermedio consiste en un fluido, el vacío u otro aislamiento térmico. Para un aislamiento de EPDM (caucho de etileno-propileno) o caucho natural, se ha encontrado adecuado un grosor de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm, para su uso en la presente invención.

En el caso en el que el aislamiento térmico consista en una sustancia, tal como EPDM (caucho de etileno-propileno) o caucho natural, la pared externa sirve para proteger el aislamiento de año mecánico en la manipulación del recipiente, y para soportar y contener la estructura del recipiente conjuntamente. La pared externa, hecha preferiblemente de una lámina de acero inoxidable sustancialmente delgada, permite también un recipiente que es fácil de manipular y que es higiénico debido a sus superficies lisas. Se prefiere usar la pared externa para fijar ganchos de elevación o medios similares para su uso cuando el recipiente va a elevarse y transportarse. Sin embargo, es posible también fijar ganchos de elevación o medios similares en la pared interna para el mismo fin, en cuyo caso la pared externa puede excluirse, si se desea. Con un aislamiento de caucho natural o EPDM, es ventajoso fijar éste a la pared interna del recipiente encolándolo. Si el recipiente está dispuesto con una pared externa, este puede contener el aislamiento en su sitio contra la pared interna del recipiente, haciendo posible por tanto excluir la fijación, si es conveniente.

La pared interna está hecha preferiblemente de acero inoxidable para una geometría deseada. El grosor de la pared interna está dimensionado dependiendo de cuánto calor va a absorberse durante el tratamiento a alta presión debido al aumento de temperatura adiabático en sustancias adyacentes a la pared. La cantidad de calor emitido de estas sustancias depende a su vez de la característica de aumento de temperatura adiabático de estas sustancias adyacentes, del volumen de las sustancias y de la presión aplicada en la prensa a alta presión. Se ha encontrado conveniente un grosor de pared de la pared interna de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm, para su uso en la presente invención.

La transferencia de presión del primer medio de presión en la prensa isostática al segundo medio de presión en el recipiente se usa para someter el producto contenido en el recipiente a tratamiento a alta presión. La pared interna del recipiente es de manera preferible esencialmente rígida y no tiene efecto de transferencia de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión, lo que es una diferencia significativa en comparación con la

técnica anterior en la que cubetas flexibles o bolsas en constituyen el efecto de transferencia de presión. En la presente invención, se hace uso de un recipiente con una pared interna preferiblemente rígida para obtener el cuerpo mencionado previamente con calentamiento adiabático bajo en relación con sustancias adyacentes, absorbiendo el cuerpo el calor de las sustancias adyacentes durante el tratamiento a alta presión. Para una prensa isostática según la invención, se produce la transferencia de presión usando medios de transferencia de presión que se incluyen en el recipiente y que están dispuestos al menos parcialmente de manera móvil en relación con la pared interna del recipiente. En el caso de un cambio de presión en el primer medio de presión, los medios de transferencia de presión permitirán un cambio de volumen del segundo medio de presión para el fin de eliminar la diferencia de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión.

Para efectuar la transferencia de presión del primer medio de presión en la cámara de presión al segundo medio en el recipiente, los medios de transferencia de presión se diseñan, en una realización de la invención, como un pistón libre. Mediante el pistón libre se entiende un pistón dispuesto al menos parcialmente de manera móvil y libremente en relación con la pared interna del recipiente, permitiendo el pistón libre un cambio de volumen del segundo medio de presión para el fin de eliminar una posible diferencia de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión. El pistón libre está dispuesto de modo que puede moverse al menos parcialmente a lo largo de esencialmente toda la longitud interna del recipiente para seguir las variaciones del nivel del segundo medio de presión debido a variaciones de presión transferidas del primer medio de presión. Los medios de transferencia de presión en forma de un pistón libre se disponen de manera estanca en el recipiente de modo que separa el primer medio de presión en la cámara de presión de la comunicación de fluido con el segundo medio de presión en el recipiente. Normalmente, el pistón libre puede constituir un cierre retirable y que puede cerrarse del volumen interno del recipiente. El pistón libre permite por tanto abrir el recipiente para el suministro y descarga de productos y dicho segundo medio de presión y, por tanto, posteriormente volver a cerrarse. Sin embargo, Es también posible conseguir la misma función usando medios de transferencia de presión de otro diseño, tal como membrana, fuelle, etc.

En otra realización según la invención, los medios de transferencia de presión son una membrana flexible que puede moverse parcialmente en relación con la pared interna del recipiente, eliminándose una posible diferencia de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión mediante la movilidad de la membrana que permite un cambio de volumen del segundo medio de presión en el recipiente en relación con la presión en el primer medio de presión. La membrana se ajusta estrechamente al recipiente para separar el primer medio de presión en la cámara de presión de la comunicación de fluido con el segundo medio de presión en el recipiente. Preferiblemente, la membrana se une al recipiente mediante un dispositivo de sujeción separable, tal como una banda de caucho, para permitir a la membrana usarse como un cierre retirable y que puede cerrarse del volumen interno del recipiente cuando se suministra y descarga el producto y el segundo medio de presión.

Los medios de transferencia de presión se diseñan de manera que constituye una superficie relativamente pequeña, pero lo suficientemente grande para efectuar la transferencia de presión, de la superficie total del recipiente, superficie que por lo demás está aislada completa o parcialmente. Al formarse el medio de transferencia de presión con una superficie que es pequeña en relación con todo el recipiente, se contrarresta una transferencia térmica entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión. Se prefiere particularmente formar los medios de transferencia de presión con un efecto aislante y de absorción de calor, por ejemplo con un polímero aislante en el exterior de un metal tal como se mencionó anteriormente, para minimizar el efecto mencionado anteriormente de la transferencia térmica. En una realización preferida de la invención en la que el recipiente se forma como un cilindro alargado, los medios de transferencia de presión constituyen normalmente un extremo del recipiente. Se apreciará que los medios de transferencia de presión del recipiente pueden diseñarse de diversas maneras además de las descritas anteriormente, que son sólo realizaciones a modo de ejemplo.

Por lo general, el recipiente se dimensiona según el tamaño de la cámara de presión de la prensa isostática para utilizar el volumen de manera eficaz. Normalmente el volumen de la cámara de presión puede estar entre 35 y 600 l para diferentes prensas isostáticas, en cuyo caso el recipiente será pesado y difícil de manejar si se usa un único recipiente en prensas isostáticas grandes. Para impedir esto, una prensa isostática según la invención hace posible disponer una pluralidad de recipientes en la cámara de presión para el tratamiento simultáneo del producto en cada recipiente. Puesto que cada tratamiento a alta presión se asocia con altos costes, es económico poder tratar volúmenes grandes en la misma ocasión pudiendo disponer una pluralidad de recipientes en la cámara de presión. Apilando los recipientes con una forma cilíndrica preferida en la cámara de presión, se utiliza el volumen en la cámara de presión de manera eficaz. Los recipientes se diseñan entonces de tal manera que permiten, por ejemplo a través de orificios en la pared externa de los recipientes, el paso libre del primer medio de presión a los medios de transferencia de presión de cada recipiente.

Según la invención, se prefiere disponer medios de válvula sobre el recipiente para hacer posible vaciar dicho recipiente de un volumen residual de aire que sigue estando posiblemente después de suministrar el producto y el medio de presión interno. Preferiblemente, estos medios de válvula se disponen con relación a los medios de transferencia de presión.

Debido a la realización ventajosa que implica un recipiente aislado cerrado según la invención, se proporciona una prensa isostática, que es adecuada particularmente para el tratamiento a alta presión de productos congelados contenidos en el recipiente. Tales productos congelados pueden consistir, por ejemplo, en alimentos, fármacos o

cosméticos. Se apreciará que, además de los ejemplos de productos mencionados anteriormente, habrá otros productos en un estado congelado que pueden someterse a tratamiento a alta presión por medio de la presente invención. Es crucial para el producto congelado no descongelarse durante el tratamiento a alta presión ya que puede provocar a menudo un efecto perjudicial sobre la calidad del producto.

Por ejemplo, cuando se disponen en la prensa isostática, el recipiente y el producto contenido en el recipiente y dicho segundo medio de presión tienen una temperatura por debajo de 0ºC, preferiblemente de -5 a -30ºC, tal como de -10 a -25ºC. El segundo medio de presión en el recipiente debe ser tal como que está en un estado líquido a esta temperatura inferior para funcionar como un medio de presión. El segundo medio de presión en el recipiente es preferiblemente etanol o algún otro alcohol, o una mezcla de agua y alcohol.

La prensa isostática y el primer medio de presión en la prensa isostática tienen normalmente una temperatura por encima de 0ºC, preferiblemente entre +4 y +8ºC. Debido al aumento de presión durante el tratamiento, habrá aumento de temperatura adiabático tanto en el primer medio de presión en la prensa isostática como en el segundo medio de presión y el producto en el recipiente, lo que da como resultado la descongelación del producto si no se contrarresta una transferencia térmica del primer medio de presión al segundo medio de presión. En lugar de, por ejemplo, enfriar toda la prensa isostática hasta esencialmente la misma temperatura que el producto congelado que va a tratarse, puede usarse una prensa isostática según una realización de la presente invención. Esto puede proporcionarse formando el recipiente, que puede situarse en la prensa isostática, con una pared gruesa que durante un tiempo limitado absorberá el calor emitido a partir de las sustancias adyacentes a la pared y, por tanto, contrarrestará que la temperatura del producto aumente debido a la transferencia térmica entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión. Si el tratamiento a alta presión continúa durante un tiempo más largo, o si el tiempo para transportar el recipiente desde la prensa hasta un espacio enfriado es significativamente largo, es preferible usar una realización preferida según la invención. Según esta realización preferida, la prensa isostática comprende un recipiente aislado cerrado que puede situarse en la prensa isostática y que se forma con una pared gruesa interna que absorbe el calor adiabático emitido del aislamiento y también del producto y el medio de presión al menos próximo a la pared interna, y que contrarresta que el primer medio de presión en la cámara de presión caliente el segundo medio y el producto en el recipiente, haciendo posible de este modo mantener el producto congelado en un estado congelado durante todo el tratamiento a alta presión. El uso de una prensa isostática que se enfría hasta esencialmente la misma temperatura que el producto congelado se ha encontrado difícil de aplicar industrialmente ya que esto provoca grandes problemas con la resistencia del material de la prensa isostática y sobre todo, es muy costosa y complicada de proporcionar.

La mayor parte de los productos congelados que son convenientes para el tratamiento a alta presión por medio de la presente invención, tal como alimentos, fármacos y cosméticos, tienen una característica en términos de cambio de calor similar al agua en el tratamiento a alta presión. La temperatura a la que al menos parte del producto congelado cambia de fase sólida a fase líquida es dependiente de la presión en el recipiente. Por tanto, es necesario que la temperatura del producto en el tratamiento a alta presión se mantenga por debajo de la temperatura en relación con la presión a la que se produce un cambio de fase. Como ejemplo, puede mencionarse que normalmente en la compresión adiabática de sustancias con una característica en términos de cambio de calor similar al agua predomina una temperatura mínima de aproximadamente -21ºC a una presión de aproximadamente 2100 bar en la que se produce el cambio de fase. Se ha encontrado que el producto no obstante puede tener una temperatura inicial que sea mayor, normalmente -18ºC, que la temperatura a la que se produce el cambio de fase y permanecer todavía en fase sólida durante todo el tratamiento a alta presión. Este conocimiento se basa en el hecho de que se requiere calor de fusión en el cambio de fase que baja la temperatura del producto de modo que esté por debajo de la temperatura a la que se produce el cambio de fase de otro modo.

Por medio de una prensa isostática según la invención, es posible también someter productos a tratamiento a alta presión, que están en un estado líquido a bajas temperaturas, tales como por debajo de 0ºC, preferiblemente de -5 a -30ºC, particularmente de -10 a -25ºC. En el caso en el que el producto sea líquido, se prefiere permitir que el propio producto líquido constituya el segundo medio de presión en el recipiente cerrado.

Cuando los productos congelados en un recipiente enfriado van a someterse a tratamiento a alta presión según la descripción anterior, es ventajoso usar un primer medio de presión en la cámara de presión de la prensa isostática con un punto de congelación por debajo de la temperatura del recipiente enfriado (por debajo de 0ºC) para impedir que se congele el primer medio de presión en la prensa isostática próximo al recipiente. Por ejemplo, el primer medio de presión en la cámara de presión de la prensa isostática puede ser normalmente una mezcla de agua y alcohol (tal como glicol) o algún otro líquido con un bajo punto de congelación.

En un método para el tratamiento a alta presión de productos congelados por medio de una prensa isostática según la invención, el producto que va a tratarse, el recipiente y el segundo medio de presión se proporcionan en un estado enfriado con una temperatura por debajo de 0ºC, preferiblemente de -5 a -30ºC, tal como de -10 a -25ºC. El producto, el segundo medio de presión y el recipiente pueden enfriarse conjuntamente, o por separado. El producto se almacena preferiblemente en un estado congelado, por ejemplo, en una cámara de congelación antes de situarse en el recipiente, enfriándose el recipiente y el segundo medio de presión por adelantado hasta esencialmente la misma temperatura que el producto. Un método alternativo es enfriar el producto, el recipiente y el segundo medio de presión en la misma ocasión en un dispositivo de congelación, tal como una cámara de congelación. Son

posibles métodos adicionales en los que lo importante es que el recipiente y el segundo medio de presión tengan esencialmente la misma temperatura que, o una temperatura inferior que la del producto congelado cuando el recipiente que contiene el producto congelado y el segundo medio de presión se sitúan en la prensa isostática.

Una vez situado el producto congelado y el segundo medio de presión en el recipiente, se cierra el recipiente. En una realización preferida, el recipiente se cierra mediante los medios de transferencia de presión formados como un pistón libre o una membrana. El cierre del recipiente se hace ventajosamente en un entorno con esencialmente la misma temperatura que el recipiente enfriado, tal como una cámara de congelación.

Una vez cerrado el recipiente enfriado, se vacía de cualquier volumen residual de aire. El volumen residual de aire se descarga a través de medios de válvula, que en una realización preferida se sitúan en los medios de transferencia de presión. Abriendo la válvula y comprimiendo a continuación el contenido del recipiente, preferiblemente de manera manual, mediante los medios de transferencia de presión hasta que el líquido escapa a través de los medios de válvula, puede obtenerse una indicación de que la mayor parte del volumen residual de aire se ha descargado. Una vez descargado el volumen residual de aire, se cierra la válvula. La descarga del volumen residual de aire se produce antes de que se presurice el recipiente en la cámara de presión de la prensa isostática; preferiblemente se produce la descarga incluso antes de que se sitúe el recipiente en la cámara de presión con relación al cierre del recipiente en un entorno con esencialmente la misma temperatura que el producto congelado.

El recipiente que contiene el producto congelado y el segundo medio se sitúa en la cámara de presión de la prensa isostática. En una realización preferida de la invención, el recipiente se sitúa en la parte inferior de la cámara de presión y rodeada por el primer medio de presión en la cámara de presión. Según una realización, el primer medio de presión se sitúa todavía en el contenedor de presión cuando el recipiente se sitúa en el mismo, pero es también posible, según otra realización, suministrar el primer medio de presión al contenedor de presión después de haber situado el recipiente en el contenedor de presión. El recipiente enfriado que contiene el producto y el segundo medio de presión se transporta desde el entorno enfriado hasta la prensa isostática, por ejemplo, por medio de un dispositivo de elevación o algún otro dispositivo de transporte. Para que el producto congelado se mantenga tan frío como sea posible, debe minimizarse el tiempo desde que el recipiente deja el entorno enfriado hasta que se presuriza la cámara de presión. Esto puede conseguirse situando la prensa isostática cerca del ambiente enfriado, tal como una cámara de congelación. Si una pluralidad de recipientes que contienen productos que van a tratarse deben situarse en la cámara de presión, esto se hace de la misma manera que se describió anteriormente.

La prensa isostática que contiene el recipiente se presuriza aumentando la presión del primer medio de presión. Esto puede realizarse de varias maneras según la técnica anterior. Preferiblemente, el primer medio de presión se bombea al interior del contenedor de presión, presurizándose la cámara de presión. La presión aumentada del primer medio de presión se transfiere al segundo medio de presión mediante los medios de transferencia de presión mencionados anteriormente del recipiente para conseguir una igualación de presión entre el primer y el segundo medio de presión, comprimiéndose el segundo medio de presión en el recipiente y a su vez transfiriendo el cambio de presión al producto que va a tratarse, producto que ventajosamente está encerrado en una bolsa o un envase flexible similar que protege el producto de estar en contacto directo con el segundo medio de presión. Dependiendo de qué tipo de producto va a someterse a tratamiento a alta presión, la presión en el contenedor de presión se aumenta hasta 2000-15000 bar, preferiblemente 2000-10000 bar, particularmente 5000-7000 bar. La presión aumentada se aplica normalmente durante 0,5-20 min, preferiblemente 0,5-10 min, particularmente 2-7 min.

Usando una prensa isostática según la invención, será posible mantener la temperatura del producto por debajo de 0ºC durante todo el tratamiento a alta presión. Esto se consigue seleccionando un recipiente con un diseño preferido según la descripción anterior. El calor generado en sustancias compresibles debido a la presión aumentada se absorbe por medio de la pared interna mencionada anteriormente del recipiente, contrarrestando así un aumento de temperatura del producto debido a la transferencia de calor del ambiente a través de la pared interna. En el caso preferido en el que el producto que va a tratarse está en un estado congelado cuando se sitúa en la prensa isostática, es posible contrarrestar del mismo modo que se describió anteriormente que el producto se descongele en cualquier momento durante el tratamiento a alta presión. En el caso en el que la temperatura inicial del producto congelado se selecciona de modo que el producto en cualquier momento durante el aumento de presión en la cámara de presión asume una temperatura que está cerca del límite para el cambio de fase entre la fase sólida y la fase líquida, se usa el consumo de calor de fusión en el cambio de fase para bajar la temperatura del producto hasta un nivel por debajo de la temperatura crítica en el que de otro modo se produce el cambio de fase.

Es posible tratar el producto encerrado en el recipiente aplicando uno o más impulsos de alta presión sucesivos. Aplicando varios impulsos cortos en sucesión, el calentamiento adiabático del aislamiento así como el producto y el segundo medio de presión será corto, recobrando la temperatura de las sustancias compresibles su temperatura inicial entre los impulsos de presión, lo que da como resultado que la cantidad total de calor absorbido de la pared interna sea menor que en el caso que implica un impulso más largo continuo.

Después de que el producto encerrado en el recipiente se haya sometido a tratamiento a alta presión, se descomprime la cámara de presión de la prensa isostática. La descompresión se efectúa según métodos conocidos en la técnica anterior. En una realización preferida de la prensa isostática, al menos partes del primer medio de presión se retiran de la cámara de presión, por lo que cae la presión. Los medios de transferencia de presión del

recipiente permiten que se expanda el segundo medio de presión en el recipiente con el fin de eliminar la diferencia de presión entre el primer y el segundo medio de presión. La prensa isostática se abre cuando la presión en la cámara de presión y el recipiente se ha vuelto esencialmente la misma que la del entorno que rodea la prensa isostática, tras lo cual se retira el recipiente de la cámara de presión y se transporta a otro lugar para un tratamiento adicional. Para evitar que el producto se descongele después del tratamiento a alta presión, el producto debe transportarse lo antes posible a un entorno enfriado, tal como una cámara de congelación.

Una planta para el tratamiento a alta presión de un producto comprende en una realización preferida un dispositivo de congelación y una prensa isostática según la invención. El dispositivo de congelación, que en una realización preferida es una cámara de congelación, se usa para enfriar el recipiente. También es posible enfriar el segundo medio de presión y/o el producto junto con el recipiente en el dispositivo de congelación. Alternativamente, el producto congelado y/o el medio de presión pueden almacenarse en un estado enfriado en otra cámara y transportarse al dispositivo de congelación para situarse en el recipiente enfriado. El recipiente que contiene el segundo medio de presión y el producto se almacena ventajosamente en el dispositivo de congelación hasta que el recipiente vaya a situarse en la cámara de presión de la prensa isostática para el fin de someter el producto a tratamiento a alta presión.

Preferiblemente puede usarse una prensa isostática o recipiente o planta del tipo descrito anteriormente para someter los productos a tratamiento a alta presión, que tienen una temperatura por debajo de 0ºC, tal como alimentos, fármacos o cosméticos.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá la invención en más detalle con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que a modo de ejemplo ilustran realizaciones actualmente preferidas de la invención.

La figura 1 es, parcialmente en sección transversal, una vista en perspectiva esquemática de una prensa isostática según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal del recipiente que puede situarse en la prensa isostática en la figura 1 y comprende un pistón libre para la transferencia de presión.

La figura 3 es una vista en sección transversal de una realización alternativa del recipiente en la figura 2, que comprende una membrana para la transferencia de presión.

La figura 4 muestra un diagrama de cómo la temperatura de un producto contenido en un envase de plástico de pared delgada flexible tradicional se ve afectada durante un tratamiento a alta presión.

La figura 5 muestra un diagrama de cómo la temperatura de un producto contenido en un recipiente según la invención se ve afectada durante un tratamiento a alta presión.

Las figuras 6a-f ilustran un método para el tratamiento a alta presión de un producto por medio de una prensa isostática según una realización preferida de la invención.

Descripción de realizaciones preferidas

La figura 1 es una vista en perspectiva de una prensa 10 isostática para el tratamiento a alta presión de un producto 12, parcialmente en sección transversal, según una realización de la invención. La prensa 10 isostática comprende una tapa superior que puede abrirse (no mostrada) y un contenedor de presión o un cilindro 14 de presión que define una cámara 16 de presión, en cuyo interior se genera una alta presión (tal como hasta 15000 bar) para el tratamiento de un producto 12. La cámara 16 de presión contiene un primer medio 18 de presión externo en forma de una mezcla de agua y glicol que se usa para presurizar la prensa 10 isostática. El medio 18 de presión externo tiene una temperatura de +4 a +8ºC. Además el medio 18 de presión externo rodea un recipiente 20 cilíndrico que puede situarse en la cámara de presión y se apoya en el fondo 22 de la cámara de presión. El recipiente 20 está adaptado para contener un segundo medio 24 de presión interno en forma de etanol y un producto 12 congelado que va a someterse a tratamiento a alta presión, producto que se dispone en una pluralidad de envases. Antes del tratamiento a alta presión, el recipiente 20, el medio 24 de presión interno y el producto 12 se enfrían hasta una temperatura entre -10 y -25ºC. El extremo superior del recipiente 20 cilíndrico está dotado de medios 26 de transferencia de presión en forma de un pistón libre para la transferencia de presión entre el medio 18 de presión externo y el medio 24 de presión interno. El recipiente 20 no ocupa toda la longitud de la cámara 16 de presión, permitiéndose que el medio 18 de presión externo se sitúe entre el recipiente 20 y la tapa de contenedor de presión (no mostrado) para poder actuar en los medios 26 de transferencia de presión del recipiente. Por motivos de claridad, se ilustran dos realizaciones alternativas del recipiente 20 en vistas en sección transversal separadas en las figuras 2 y 3 respectivamente, usándose los mismos números de referencia para elementos equivalentes en la figura 1 y la figura 2.

Los recipientes 20; 120 en las figuras 2 y 3, respectivamente, comprenden una pared 28; 128 interna de 10 mm de grosor hecha de un material, tal como acero inoxidable, con una baja resistividad al calor y un calentamiento

adiabático bajo, calentándose la pared 28; 128 interna sólo ligeramente debido a la presión aumentada en la prensa 10 isostática durante la presurización. La pared 28; 128 interna de los recipientes 20; 120 forma el volumen interno de los recipientes 20; 120 que está adaptado para contener el medio 24 de presión interno y el producto 12 congelado que va a someterse a tratamiento a alta presión.

Además, los recipientes comprenden un aislamiento 30; 130 de 10 mm de grosor dispuesto alrededor del exterior y el fondo de la pared 28; 128 interna. El aislamiento 30; 130 está adaptado para contrarrestar que el calor se transporte entre el interior del recipiente 20; 120 y el exterior del mismo a través de la pared 28; 128 interna. El aislamiento 30; 130 está hecho de EPDM (caucho de etileno-propileno) o caucho natural. Una pared 32; 132 externa está dispuesta fuera del aislamiento 30; 130 para mantener la construcción junta y al mismo tiempo proteger el aislamiento 30; 130 de un daño mecánico en la manipulación del recipiente. La pared 32; 132 externa está hecha de una lámina de acero inoxidable esencialmente delgada con un grosor de aproximadamente 2 mm. Los recipientes 20; 120 mostrados en la figura 2 tiene una longitud de aproximadamente 1700 mm y tienen un diámetro de aproximadamente 300 mm.

Para los recipientes 20; 120 mostrados en las figuras 2 y 3, respectivamente, el interior de la pared 28; 128 interna que se dirige al centro del recipiente 20; 120 está en contacto directo con el medio 24 de presión interno en el recipiente 20; 120, y el exterior de la pared 28; 128 interna que se dirige lejos del centro del recipiente 20; 120 está en contacto directo con el aislamiento 30; 130. En el tratamiento a alta presión, tanto el producto 12 y el medio 24 de presión interno en el recipiente 20; 120 como el aislamiento 30; 130 emitirán calor adiabático debido a compresión. Como la pared 28; 128 interna tiene una masa térmica que es proporcional al calor adiabático emitido, dicho calor se absorberá por la pared 28; 128 interna del recipiente 20; 120, contrarrestando así un aumento de temperatura del producto 12 debido al aumento de temperatura adiabático en el aislamiento 30; 130 y la emisión de calor del exterior del recipiente 20; 120 a través de la pared 28; 128 interna.

El recipiente 20 en la figura 2 está dotado en un extremo de medios 26 de transferencia de presión en forma de pistón libre cilíndrico, que está dispuesto como una tapa que puede cerrarse. El pistón 26 libre, que está en contacto con el medio 18 de presión externo en el lado dirigido opuesto al recipiente 20 y con el medio 24 de presión interno en el lado dirigido al recipiente 20, está dispuesto de manera móvil en la dirección longitudinal del recipiente 20 para permitir la transferencia de presión del medio 18 de presión externo al medio 24 de presión interno. Cuando se eleva la presión del medio 18 de presión externo en la prensa 10 isostática, el pistón 26 libre se mueve hacia abajo en la dirección longitudinal del recipiente 20 debido a la fuerza transferida del medio 18 de presión externo, con lo que se comprime el medio 24 de presión interno. Cuando se baja la presión del medio 18 de presión externo en la prensa 10 isostática, el pistón 26 libre se mueve hacia arriba de manera correspondiente en la dirección longitudinal del recipiente 20 debido a la fuerza generada por la presión superior del medio 24 de presión interno en el recipiente 20 en relación con el medio 18 de presión externo. En el borde superior e inferior de los lados longitudinales del pistón 26 libre se disponen unos sellos 34 que se extienden alrededor de la superficie circular del pistón 26 libre para ajustarse perfectamente a la pared 28 interna del recipiente. Los sellos 34 son unos denominados sellos de manguito y se prevén para separar el medio 24 de presión interno en el recipiente 20 de la comunicación de fluido con el medio 18 de presión externo en la cámara 16 de presión. Unos conductos 36 están dispuestos para conectar el espacio entre los sellos 34 en el exterior longitudinal del pistón 26 libre con el interior del recipiente 20, provocando estos conductos 36 que la presión en el recipiente 20 y en el espacio entre los sellos 34 en el exterior del pistón 26 libre sea la misma todo el tiempo. En los lados longitudinales del pistón 26 libre en el borde superior e inferior también hay unos anillos 38 deslizantes dispuestos para permitir el guiado del pistón 26 libre hacia la pared 28 interna del recipiente 20. Los sellos 34 y anillos 38 deslizantes están montados en el pistón 26 libre por medio de dos piezas 40 circulares en ángulo que forman el borde superior e inferior entre los lados longitudinal y transversal del pistón 26 libre, estando dispuestas dichas piezas 40 de manera separable por medio de tornillos 42 para permitir una sustitución sencilla en caso de que los sellos 34 y anillos 38 deslizantes estén desgastados. El pistón 26 libre está dotado de medios 44 de válvula dispuestos en el lado transversal superior del pistón 26 libre que se dirige lejos del recipiente 20. Los medios 44 de válvula que en una realización preferida de la invención son un tornillo se usan para vaciar el recipiente 20 de un volumen residual posible de aire que permanece después de suministrar el medio 24 de presión interno y el producto 12 que va a tratarse. El lado transversal superior del pistón 26 libre que se dirige lejos del recipiente 20 comprende también un orificio 46 roscado que constituye una unión para un mango, gancho de elevación o medios similares adaptadas para usarse en la retirada e inserción del pistón 26 libre en el/del recipiente 20.

La figura 3 muestra un recipiente 120 que tiene las mismas propiedades que se describieron anteriormente para el recipiente 20 en la figura 2, excepto que la tapa que puede cerrarse y de transferencia de presión es una membrana 126. La membrana 126 se ajusta perfectamente alrededor de los lados longitudinales del recipiente 120 para el fin de separar el medio 24 de presión interno en el recipiente de la comunicación de fluido con el medio 18 de presión externo en la cámara 16 de presión. Al estar hecha la membrana 126 de un material esencialmente flexible, tal como caucho, la presión del medio 18 de presión externo en el exterior del recipiente 120 puede transferirse al medio 24 de presión interno en el interior del recipiente 120. La membrana 126 está dispuesta de manera fija en la pared del recipiente 120, teniendo la membrana 126 una configuración flexible que permite que partes de la membrana 126 se muevan en la dirección longitudinal del recipiente 120 por deformación elástica con el fin de transferir las variaciones de presión en el medio 18 de presión externo al medio 24 de presión interno. Para obtener una longitud de carrera sustancialmente larga, la membrana 126 tiene forma de U con material doblado en los bordes lo que permite un denominado

“movimiento excéntrico” en la compresión del medio 24 de presión interno en el recipiente 120. La membrana 126 se monta preferiblemente en el recipiente 120 usando una banda de caucho (no mostrada) que proporciona un efecto de sujeción, que se mantiene cuando se comprime la membrana 126 en el tratamiento a alta presión.

La figura 4 muestra cómo la temperatura de un producto congelado, encerrado en un envase de plástico de pared delgada del tipo usado en prensas isostáticas de la técnica anterior, varía a lo largo del tiempo durante un tratamiento a alta presión en una prensa isostática. El envase de plástico está rodeado por un medio de presión externo en la prensa isostática, preferiblemente una mezcla de agua y glicol. El envase de plástico contiene, además del producto, un segundo medio de presión, que transfiere presión al producto, en forma de un líquido con un punto de congelación por debajo de 0ºC, tal como etanol. Una primera curva discontinua de doble punto muestra la temperatura del producto en el centro del envase de plástico, y una segunda curva discontinua muestra la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico. El envase de plástico tiene una longitud de aproximadamente 1700 mm y tiene un diámetro de aproximadamente 300 mm. El diagrama muestra en el eje horizontal el tiempo en segundos y en el eje vertical la temperatura en ºC.

En el tiempo 0 s cuando el envase de plástico que contiene el etanol y el producto se sitúa en la cámara de presión de la prensa isostática, tiene una temperatura de -20ºC. La curva discontinua muestra cómo la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico aumenta rápidamente desde aproximadamente -20ºC en el tiempo 0 s cuando el envase de plástico se sitúa en la cámara de presión hasta aproximadamente -10ºC en el tiempo 40 s cuando la cámara de presión se presuriza. Este aumento de temperatura se produce debido a la transferencia de calor de la mezcla de agua y glicol en la cámara de presión que tiene una temperatura de aproximadamente +4ºC al producto cerca de la pared del envase de plástico. La curva discontinua de doble punto muestra cómo el producto en el centro del envase de plástico mantiene esencialmente su temperatura inicial -20ºC desde el momento en el que se sitúa en la prensa isostática en el tiempo 0 s hasta el tiempo 40 s cuando la cámara de presión se presuriza. Durante la presurización de la cámara de presión de la prensa isostática, la temperatura del producto y el etanol aumenta debido a un aumento de temperatura adiabático. La presión se aumenta hasta un nivel de aproximadamente 6000 bar que se mantiene constante durante aproximadamente 600 s. El mantenimiento de la presión constante de 6000 bar se mantiene desde el tiempo 260 s hasta el tiempo 860 s, que en la figura 4 se indica mediante dos líneas continuas verticales.

En el tiempo 260 s cuando la presión ha alcanzado 6000 bar en la cámara de presión, la curva discontinua de doble punto muestra cómo la temperatura del producto en el centro del envase de plástico ha aumentado aproximadamente 13ºC hasta aproximadamente -7ºC debido al calentamiento adiabático. La curva discontinua muestra al mismo tiempo cómo el producto cerca de la pared del envase de plástico ha aumentado aproximadamente 15ºC hasta aproximadamente +5ºC a consecuencia de la presurización. El mayor aumento de temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico en relación con el producto en el centro del envase de plástico se debe al hecho de que el producto cerca de la pared del envase de plástico absorbe el calor de la mezcla de agua y glicol, que también aumenta de manera adiabática su temperatura. Durante la presurización de la prensa isostática que dura aproximadamente 240 s, se emitirá algo del calor adiabático generado del producto cerca de la pared del envase de plástico a la mezcla de agua y glicol de alrededor cuando la temperatura del producto supera la temperatura de la mezcla de agua y glicol (+4ºC).

Durante el mantenimiento de la presión que dura aproximadamente 600 s antes de que el contenedor de presión comience a descomprimirse, la curva discontinua de doble punto muestra cómo la temperatura del producto en el centro del envase de plástico se ve afectada de manera insignificante por el ambiente. La curva discontinua muestra cómo la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico cae desde aproximadamente +5ºC en el tiempo 260 s cuando la presión de 6000 bar se ha alcanzado hasta +2ºC en el tiempo 860 s cuando la cámara de presión comienza a descomprimirse. Esta reducción de temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico se debe al hecho de que el producto más frío y el etanol más dentro del envase de plástico absorberán el calor desde el producto en la pared del envase de plástico.

En el tiempo 920 s cuando la cámara de presión se ha descomprimido, la curva discontinua de doble punto muestra que el producto en el centro del envase de plástico, en el que esencialmente no se ha producido un intercambio de calor, o sólo de manera insignificante, recobra sustancialmente su temperatura inicial de -20ºC debido una reducción de temperatura adiabática. La curva discontinua muestra al mismo tiempo cómo la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico cae aproximadamente 18ºC hasta -16ºC, y a continuación aumenta rápidamente debido a la transferencia térmica desde la mezcla de agua y glicol que tiene una temperatura superior (+4ºC). En el tiempo 1200 s, aproximadamente 240 s después de la descompresión, la curva discontinua muestra cómo la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico ha aumentado hasta aproximadamente -6ºC. La razón de que la temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico caiga más (aproximadamente 18ºC) en descompresión en comparación con su aumento en descompresión aproximadamente (15ºC) es que el proceso de descompresión es más rápido que el proceso de compresión, lo que significa que se produce un intercambio de calor menor con la mezcla de agua y glicol durante la descompresión que durante la compresión.

Mediante el aumento de temperatura del producto cerca de la pared del envase de plástico durante el tratamiento a alta presión hasta una temperatura por encima de 0ºC, el producto se descongelará parcialmente, lo que puede deteriorar la calidad del producto y destruirlo.

La figura 5 muestra en un diagrama similar a la figura 4 cómo la temperatura de un producto congelado varía a lo largo del tiempo durante el tratamiento a alta presión en una prensa isostática según la presente invención que comprende un recipiente aislado cerrado. De la misma manera que en la figura 4, una primera curva discontinua de doble punto muestra la temperatura del producto en el centro del recipiente y una segunda curva discontinua la temperatura del producto cerca de la pared interna del recipiente. El recipiente está formado con una pared interna de aproximadamente 10 mm de grosor de acero inoxidable. Fuera de la pared interna, se dispone un aislamiento de aproximadamente 10 mm de grosor de EPDM (caucho de etileno-propileno) y fuera del aislamiento el recipiente está dotado de una lámina de acero inoxidable de 2 mm de grosor. El recipiente tiene una longitud de aproximadamente 1700 mm y tiene un diámetro de aproximadamente 300 mm.

En el tiempo 0 s cuando el recipiente se sitúa en la cámara de presión, el recipiente así como el etanol y el producto en el recipiente tienen una temperatura de aproximadamente -20ºC. Durante la presurización de la cámara de presión de la prensa isostática, la temperatura del producto y el segundo medio de presión aumenta debido al aumento de temperatura adiabático. La presión se aumenta hasta un nivel de aproximadamente 6000 bar que se mantiene constante durante aproximadamente 600 s. El mantenimiento de la presión constante de 6000 bar se mantiene desde el tiempo 260 s hasta el tiempo 860 s, que en la figura 5 se indica mediante dos líneas continuas verticales.

Desde el tiempo 0 s cuando el recipiente se sitúa placed en la cámara de presión hasta el tiempo 40 s cuando la cámara de presión se presuriza, la temperatura tanto del producto en el centro del recipiente como del producto cerca de la pared de acero interna del recipiente sólo se ve afacetada ligeramente.

En el tiempo 240 s cuando la presión ha alcanzado 6000 bar en la cámara de presión, la curva discontinua de doble punto muestra cómo la temperatura del producto en el centro del recipiente ha aumentado aproximadamente 13ºC hasta aproximadamente -7ºC debido al calentamiento adiabático. La curva discontinua muestra en el mismo tiempo 240 s cómo el producto cerca de la pared de acero interna emitirá calor a la pared de acero interna, aumentando la temperatura aproximadamente 7ºC aproximadamente -13ºC.

La curva discontinua de doble punto muestra cómo la temperatura del producto en el centro del recipiente en el tiempo 860 s cuando la cámara de presión comienza a descomprimirse se ha visto afectada de manera insignificante por el ambiente mientras se mantiene la presión que dura aproximadamente 600 s. La curva discontinua muestra cómo la transferencia de calor a través de la pared de acero interna desde el aislamiento y la mezcla de agua y glicol provoca que la temperatura aumente a lo largo del tiempo en el producto cerca de la pared de acero interna mientras se mantiene la presión continua de 6000 bar. La temperatura en el tiempo 860 s cuando la cámara de presión comienza a descomprimirse después de aproximadamente 600 s de presión continua es de aproximadamente -7ºC en la pared de acero interna, que es esencialmente la misma temperatura que la del producto en el centro del recipiente.

En el tiempo 900 s cuando la prensa de presión se ha descomprimido, es evidente a partir de la curva discontinua de doble punto y la curva discontinua que el producto cerca de la pared de acero interna tiene una temperatura superior al producto en el centro del recipiente debido al hecho de que el producto cerca de la pared de acero interna se calienta mediante la pared de acero interna que ha absorbido calor durante el tratamiento a alta presión, calor que permanece después de la descompresión. La temperatura en la pared de acero interna es en el tiempo 1200 s, aproximadamente 240 s después de la descompresión, de aproximadamente -15ºC y en el centro del recipiente de aproximadamente -20ºC en el mismo tiempo.

Como la temperatura del producto en la pared de acero interna, al contrarrestar la transferencia térmica, no supera en ningún momento durante el mantenimiento continuo de la presión la temperatura que asume el producto en el centro durante este tiempo, debido al aumento de temperatura adiabático, se evita que el producto congelado se descongele en algún lugar del recipiente.

Las figuras 6a-f ilustran esquemáticamente un método para el tratamiento a alta presión de producto congelados por medio de una realización preferida de una prensa isostática según la invención.

La figura 6a muestra un recipiente 212 aislado que puede situarse en una prensa 210 isostática según la invención y contiene dicho segundo medio 214 de presión. El recipiente 212 que contiene el medio 214 de presión se enfría hasta una temperatura entre aproximadamente -10ºC y -25ºC, que habitualmente se lleva a cabo en una cámara de congelación.

La figura 6b muestra que el producto 216 congelado que va a someterse a tratamiento a alta presión se sitúa en el recipiente 212 enfriado que tiene esencialmente la misma temperatura que el producto 216 congelado. El recipiente puede abrirse y cerrarse por medio de una tapa, que en la realización preferida mostrada es un pistón 218 libre de transferencia de presión. La colocación del producto 216 en el recipiente 212 frío se realiza en un espacio frío, preferiblemente una cámara de congelación.

En la figura 6c, el recipiente 212 se cierra después de situar el producto 216 que va a someterse a tratamiento a alta presión por medio de una prensa 210 isostática según la invención, en el recipiente 212. Después de que el recipiente 212 se haya cerrado, se vacía con medios de válvula (no mostrados) de un volumen residual posible de

aire que permanece después de situar el producto 216 en el recipiente 212. El volumen residual de aire se descarga al abrir los medios de válvula, después de lo cual se comprime el contenido del recipiente 212 por medio del pistón 218 libre, preferiblemente de manera manual. Una indicación de que se ha descargado el volumen residual de aire puede ser en tal caso que el líquido se escape a través de los medios de válvula, después de lo cual se cierran los medios de válvula. Habiendo descargado el volumen residual de aire, el recipiente 212 que contiene el producto 216 y el medio 214 de presión se mantiene en un espacio frío, por ejemplo en una cámara de congelación hasta que vaya a comenzar el tratamiento a alta presión.

En la figura 6d, el recipiente 212 enfriado que contiene el medio 214 de presión y el producto 216 congelado se sitúa en una cámara 220 de presión de una prensa 210 isostática. Después de situar el recipiente 212 en la cámara 220 de presión de la prensa 210 isostática, la prensa 210 isostática se cierra.

En la figura 6e, se presuriza el primer medio 222 de presión en la cámara 220 de presión de la prensa 210 isostática, transfiriéndose la presión del primer medio 222 de presión en la cámara 220 de presión al segundo medio 214 de presión en el recipiente 212 a través del pistón 218 libre. El producto 216 se somete a tratamiento a alta presión a una presión de 2000 - 15000 bar, preferiblemente 2000 - 10000 bar, particularmente 5000 - 7000 bar, durante 0,5 - 20 min, preferiblemente 0,5 - 10 min, particularmente 2 - 7 min. El tratamiento a alta presión de un producto 216 en el recipiente 212 cerrado aislado puede levarse a cabo como uno o más ciclos de presión. Usando una prensa 210 isostática según la invención que comprende un recipiente 212 aislado cerrado que puede situarse en la prensa isostática, absorbiendo dicho recipiente 212 el calor adiabático emitido tanto desde el producto 216 como el segundo medio 214 de presión al menos cerca de la pared 224 interna del recipiente 212 así como el aislamiento 226, el producto 216 puede mantenerse en un estado congelado durante todo el tratamiento a alta presión.

En la figura 6f, la cámara 220 de presión se descomprime después del tratamiento a alta presión. La descompresión se lleva a cabo mediante la presión del primer medio 222 de presión que se baja, eliminándose la presión del segundo medio 214 de presión que se baja mediante la diferencia de presión en relación con el primer medio 222 de presión por medio del pistón 218 libre. Después de la descompresión, la prensa isostática 212 se abre, y el recipiente 212 que contiene el producto 216 congelado puede retirarse de la cámara 220 de presión de la prensa 210 isostática.

Aunque anteriormente se han descrito determinadas realizaciones, la invención no se limita a las mismas. Por tanto se entenderá que pueden preverse diversas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Prensa isostática para el tratamiento a alta presión de un producto que tiene una temperatura por debajo de 0ºC, que comprende

una cámara de presión adaptada para contener un primer medio de presión,

un recipiente que puede situarse en la cámara de presión y que está adaptado para contener el producto y un segundo medio de presión,

pudiéndose cerrar el recipiente para mantener el segundo medio de presión separado del primer medio de presión y estando dotado de medios de transferencia de presión para transferir presión del primer medio de presión al segundo medio de presión, y comprendiendo el recipiente un cuerpo que está hecho de un material que tiene baja emisión de calor adiabático en relación con sustancias adyacentes, de modo que el cuerpo de las sustancias adyacentes absorbe calor que se genera mediante el aumento de temperatura adiabático durante el tratamiento a alta presión.

2. Prensa isostática según la reivindicación 1, en la que el cuerpo constituye al menos parte de la pared de recipiente.

3. Prensa isostática según la reivindicación 2, en la que la pared de recipiente comprende una pared interna alrededor de cuyo exterior se dispone una sustancia en forma de aislamiento para contrarrestar la transferencia térmica entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión, constituyendo el cuerpo al menos parte de la pared interna, contrarrestando dicho cuerpo que el calor adiabático emitido del aislamiento, debido a la compresión durante el tratamiento a alta presión, pase térmicamente al segundo medio de presión y el producto.

4. Prensa isostática según la reivindicación 3, en la que el recipiente está dispuesto con una pared externa y el aislamiento está dispuesto entre la pared interna y la externa.

5. Prensa isostática según la reivindicación 3 ó 4, en la que la pared interna del recipiente es esencialmente rígida y al menos parte de los medios de transferencia de presión del recipiente está dispuesta de manera móvil en relación con dicha pared interna para permitir un cambio de volumen del segundo medio de presión para el fin de eliminar una diferencia de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión.

6. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de transferencia de presión están dispuestos como un pistón libre, constituyendo preferiblemente una tapa que puede cerrarse sobre el recipiente, adaptados para transferir un cambio de presión en el primer medio de presión al segundo medio de presión y para separar el primer medio de presión de la comunicación de fluido con el segundo medio de presión.

7. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que los medios de transferencia de presión están dispuestos como una membrana flexible, constituyendo preferiblemente una tapa que puede cerrarse sobre el recipiente, adaptados para transferir un cambio de presión en el primer medio de presión al segundo medio de presión y para separar el primer medio de presión de la comunicación de fluido con el segundo medio de presión.

8. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una pluralidad de recipientes pueden situarse en la misma cámara de presión de la prensa isostática para el tratamiento simultáneo del producto en cada recipiente.

9. Prensa isostática según la reivindicación 3 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8 en combinación con la reivindicación 3, en la que la pared interna está hecha de metal, preferiblemente acero inoxidable.

10. Prensa isostática según la reivindicación 3 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9 en combinación con la reivindicación 3, en la que la pared interna tiene un grosor que es de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm.

11. Prensa isostática según la reivindicación 3 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 10 en combinación con la reivindicación 3, en la que el aislamiento está hecho de un polímero, preferiblemente EPDM (caucho de etileno-propileno) o caucho natural.

12. Prensa isostática según la reivindicación 3 o una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11 en combinación con la reivindicación 3, en la que el aislamiento tiene un grosor que es de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm.

13. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los medios de válvula están dispuestos sobre el recipiente para permitir la descarga de un volumen residual posible de aire en el recipiente cuando el recipiente contiene el producto y el segundo medio de presión.

14. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo medio de presión es un líquido con un punto de congelación por debajo de 0ºC, tal como etanol o algún otro alcohol, o una mezcla de agua y alcohol.

15. Prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el primer medio de presión es un líquido, preferiblemente agua o una mezcla de agua y alcohol, tal como una mezcla de agua y glicol.

16. Método para el tratamiento a alta presión de un producto por medio de una prensa isostática que comprende una cámara de presión adaptada para contener un primer medio de presión, que comprende:

proporcionar al menos un recipiente cerrado que contiene un segundo medio de presión y un producto cuya temperatura está por debajo de 0ºC,

situar el recipiente en la cámara de presión de la prensa isostática,

presurizar la cámara de presión por medio del primer medio de presión,

transferir un cambio de presión del primer medio de presión al segundo medio de presión para someter el producto contenido en el recipiente cerrado a tratamiento a alta presión, y

mantener la temperatura del producto por debajo de 0ºC durante todo el tratamiento a alta presión absorbiendo el calor que se genera mediante el aumento de temperatura adiabático durante el tratamiento a alta presión.

17. Método según la reivindicación 16, que comprende además mantener el producto en un estado congelado durante todo el tratamiento a alta presión.

18. Método según la reivindicación 17, que comprende además, si el producto alcanza una temperatura en la que hay un cambio de fase de fase sólida a fase líquida, mantener el producto congelado durante todo el tratamiento a alta presión utilizando el consumo de calor de fusión.

19. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que comprende además contrarrestar la transferencia térmica entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión seleccionando un recipiente dotado de aislamiento térmico.

20. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, que comprende además contrarrestar, durante el tratamiento a alta presión, por medio de un cuerpo dispuesto en el recipiente que el calor adiabático emitido del aislamiento, debido a la compresión durante el tratamiento a alta presión, pase térmicamente al segundo medio de presión.

21. Método según la reivindicación 20, que comprende además absorber dicho calor adiabático emitido del aislamiento seleccionando un recipiente en el que el cuerpo está colocado entre el aislamiento y el segundo medio de presión, constituyendo el cuerpo al menos parte de la pared de recipiente.

22. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 21, que comprende además transferir la presión del primer medio de presión al segundo medio de presión comprimiendo el segundo medio de presión en el recipiente de modo que se consigue una igualación de presión entre el primer medio de presión y el segundo medio de presión.

23. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 22, que comprende además enfriar el recipiente y el segundo medio de presión, que se realiza preferiblemente de manera simultánea, hasta una temperatura por debajo de 0ºC, preferiblemente entre -5 y -30ºC, tal como -10 a -25ºC.

24. Método según la reivindicación 23, que comprende además situar en el recipiente enfriado el producto que tiene una temperatura por debajo de 0ºC, preferiblemente entre -5 y -30ºC, tal como -10 a -25ºC.

25. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 24, que comprende además descargar un volumen residual posible de aire del recipiente que contiene el producto y el segundo medio de presión antes de que se presurice la cámara de presión, preferiblemente antes de que se sitúe el recipiente en la cámara de presión.

26. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, que comprende además someter el producto a tratamiento a alta presión durante 0,5-20 min, preferiblemente 0,5-10 min, particularmente 2-7 min.

27. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 26, que comprende además someter el producto a tratamiento a alta presión a una presión de 2000-15000 bar, preferiblemente 2000-10000 bar, particularmente 5000-7000 bar.

28. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, que comprende además descomprimir la prensa a alta presión y a continuación retirar el recipiente de la cámara de presión después del tratamiento a alta presión.

29. Recipiente adaptado para someter, por medio de una prensa isostática, un producto que tiene una temperatura por debajo de 0ºC, que puede situarse en el recipiente, a tratamiento a alta presión, que comprende

un cierre adaptado para separar el interior del recipiente del ambiente del recipiente,

medios de transferencia de presión para transferir presión del ambiente del recipiente al interior del recipiente,

un cuerpo que está hecho de un material que tiene baja emisión de calor adiabático en relación con sustancias adyacentes, de modo que el cuerpo de las sustancias adyacentes absorbe calor que se genera mediante el aumento de temperatura adiabático durante el tratamiento a alta presión.

30. Recipiente según la reivindicación 29, en el que el cuerpo constituye al menos parte de la pared de recipiente.

31. Recipiente según la reivindicación 30, en el que la pared de recipiente comprende una pared interna alrededor de cuyo exterior se dispone una sustancia en forma de aislamiento para contrarrestar la transferencia térmica entre el ambiente del recipiente y el interior del recipiente, constituyendo el cuerpo al menos parte de la pared interna, contrarrestando dicho cuerpo que el calor adiabático emitido del aislamiento, debido a la compresión durante el tratamiento a alta presión, pase térmicamente al interior del recipiente.

32. Recipiente según la reivindicación 31, en el que el recipiente está dispuesto con una pared externa y el aislamiento está dispuesto entre la pared interna y la externa.

33. Recipiente según la reivindicación 31 ó 32, en el que la pared interna del recipiente es esencialmente rígida y al menos parte de los medios de transferencia de presión del recipiente está dispuesta de manera móvil en relación con dicha pared interna para permitir un cambio de volumen del volumen interno del recipiente para el fin de eliminar una diferencia de presión entre el ambiente del recipiente y el interior del recipiente.

34. Recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 33, en el que los medios de transferencia de presión están dispuestos como un pistón libre, constituyendo preferiblemente una tapa que puede cerrarse sobre el recipiente, adaptados para transferir un cambio de presión del ambiente del recipiente al interior del recipiente y para separar el interior del recipiente del ambiente del recipiente.

35. Recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 33, en el que los medios de transferencia de presión están dispuestos como una membrana flexible, constituyendo preferiblemente una tapa que puede cerrarse sobre el recipiente, adaptados para transferir un cambio de presión del ambiente del recipiente al interior del recipiente, y para separar el interior del recipiente del ambiente del recipiente.

36. Recipiente según la reivindicación 31 o una cualquiera de las reivindicaciones 32 a 35 en combinación con la reivindicación 31, en el que la pared interna está hecha de metal, preferiblemente acero inoxidable.

37. Recipiente según la reivindicación 31 o una cualquiera de las reivindicaciones 32 a 36 en combinación con la reivindicación 31, en el que la pared interna tiene un grosor que es de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm.

38. Recipiente según la reivindicación 31 o una cualquiera de las reivindicaciones 32 a 37 en combinación con la reivindicación 31, en el que el aislamiento está hecho de un polímero, preferiblemente EPDM (caucho de etileno-propileno) o caucho natural.

39. Recipiente según la reivindicación 31 o una cualquiera de las reivindicaciones 32 a 38 en combinación con la reivindicación 31, en el que el aislamiento tiene un grosor que es de al menos 5 mm, preferiblemente 5-15 mm, particularmente 8-12 mm.

40. Recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 39, en el que unos medios de válvula están dispuestos en el recipiente para permitir la descarga de un volumen residual posible de aire en el recipiente cuando el recipiente contiene el producto y un medio de presión.

41. Recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 40, en el que el recipiente está adaptado para transferir, mediante los medios de transferencia de presión, una presión de líquido del exterior del recipiente a un líquido en el interior del recipiente, teniendo dicho líquido un punto de congelación por debajo de 0ºC, tal como etanol.

42. Planta para el tratamiento a alta presión de productos que tienen una temperatura por debajo de 0ºC, que comprende un dispositivo de congelación, tal como una cámara de congelación, y una prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.

43. Uso de una prensa isostática según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15 o un recipiente según una cualquiera de las reivindicaciones 29 a 41 o una planta según la reivindicación 42 para someter un producto que tiene una temperatura por debajo de 0ºC, tal como alimentos, fármacos o cosméticos, a tratamiento a alta presión.

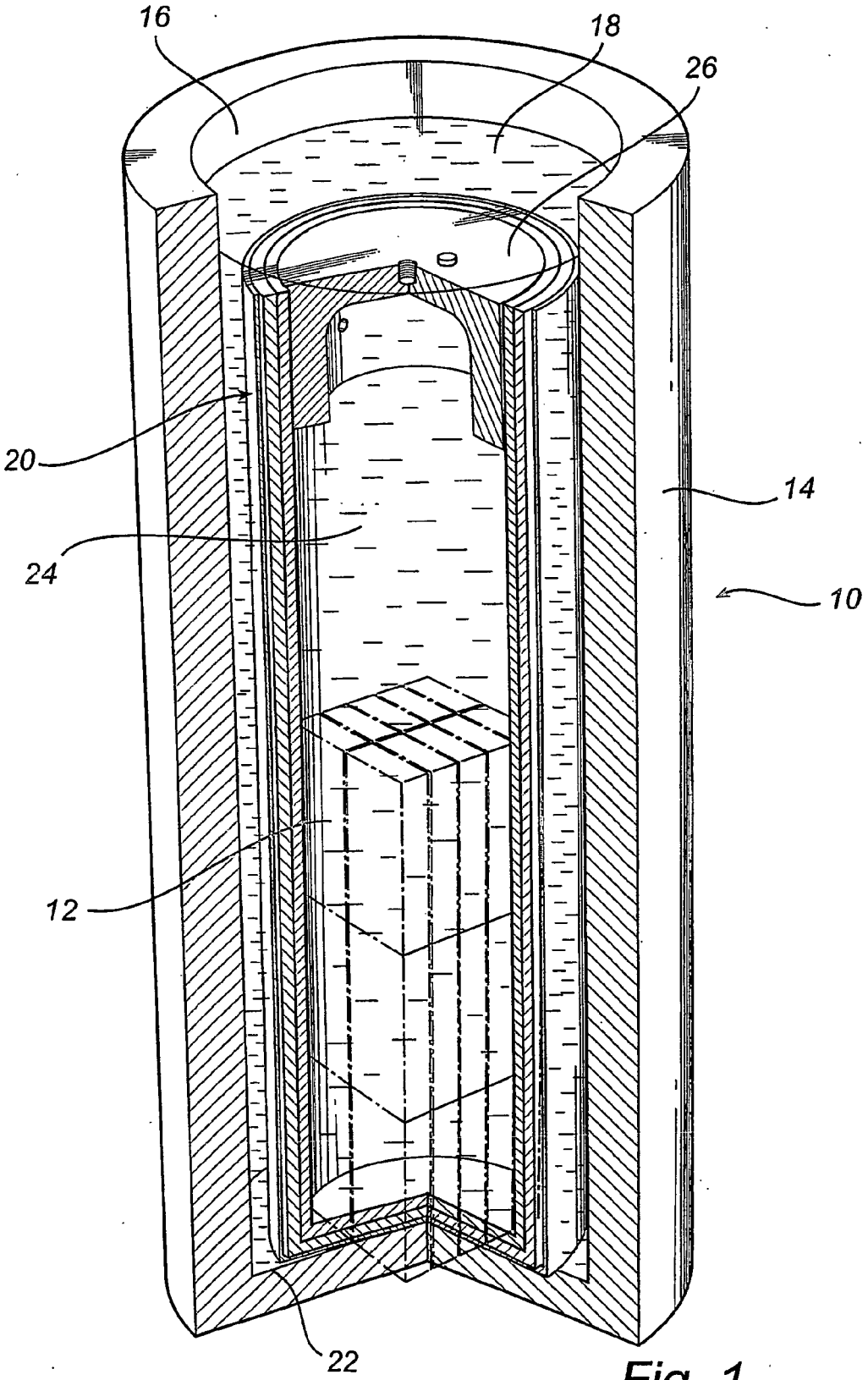

Fig. 1

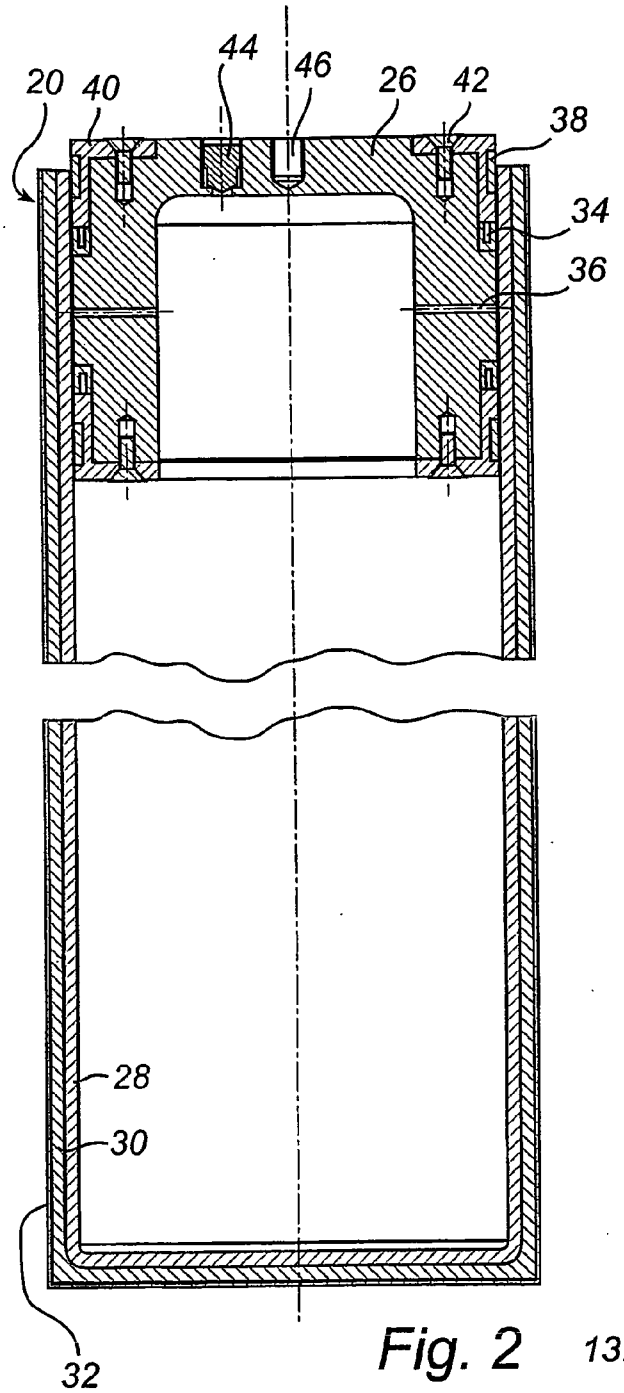

Fig. 2

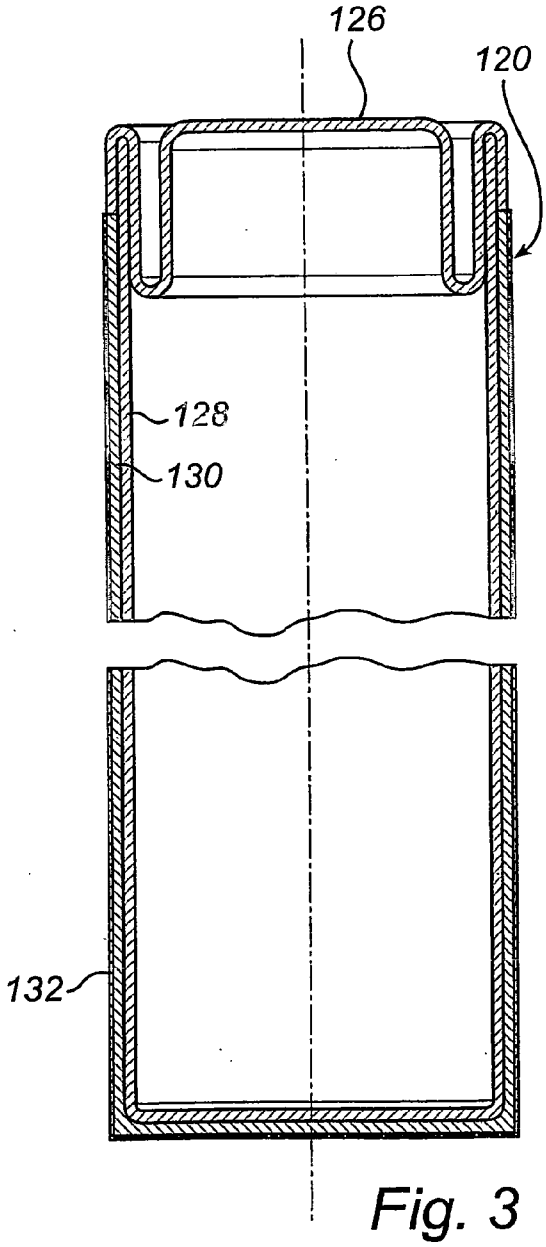

Fig. 3

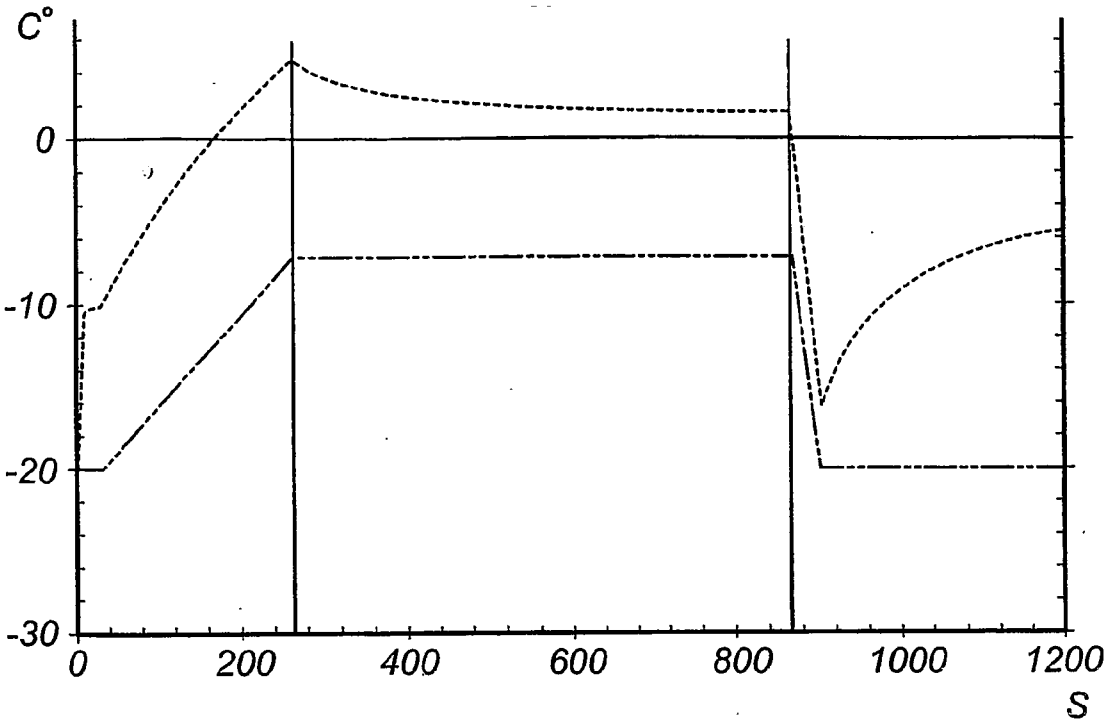
C°
0
-10
-20
-30
0
200
400
600
800
1000
1200
S

Fig. 4

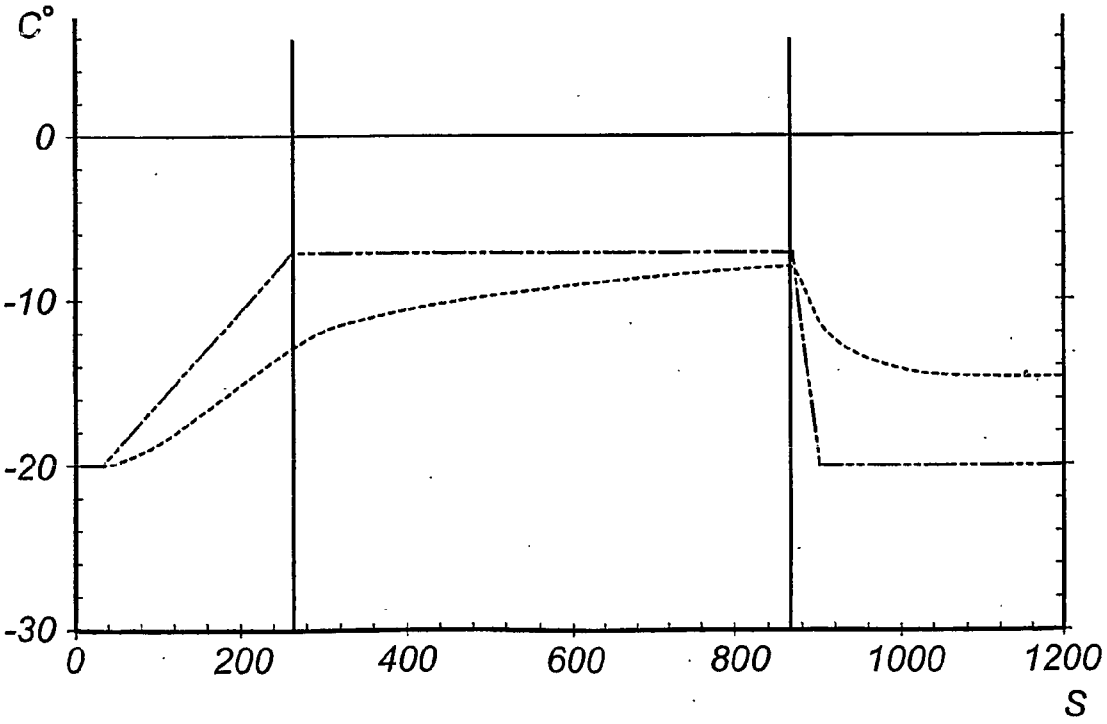
C°
0
-10
-20
-30
0
200
400
600
800
1000
1200
S

Fig. 5

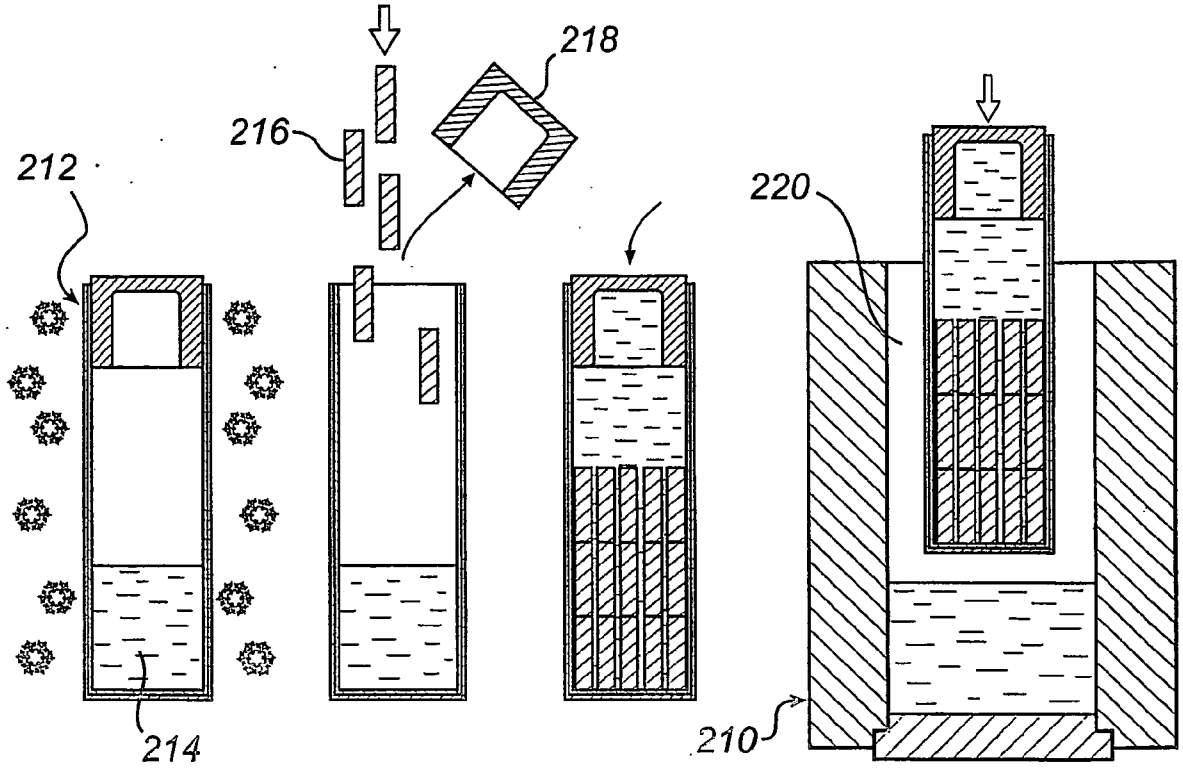

Fig. 6a Fig. 6b Fig. 6c Fig. 6d

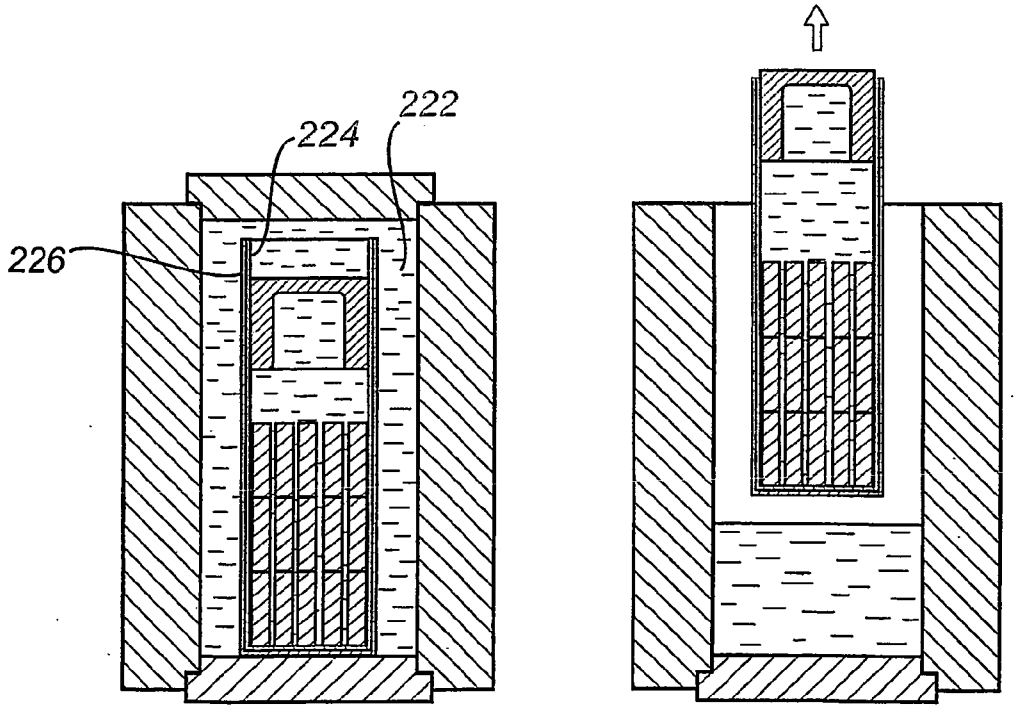

Fig. 6e Fig. 6f