(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 707 053**

(51) Int. CI.:

A47J 43/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013 PCT/EP2013/077362**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014 WO14096183**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013 E 13811218 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2934254**

(54) Título: **Dispositivo para la producción de espuma de leche**

(30) Prioridad:

21.12.2012 EP 12199185

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.04.2019

(73) Titular/es:

NESTEC S.A. (100.0%)
Avenue Nestlé 55
1800 Vevey, CH

(72) Inventor/es:

AIT BOUZIAD, YOUCEF;
YOAKIM, ALFRED y
PERRIN, ALEXA

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

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

Dispositivo para la producción de espuma de leche

La presente invención, se refiere a un dispositivo para espumar un fluido, de una forma preferible, para producir espuma de leche. De una forma particular, el dispositivo se encuentra diseñado de una forma tal que, éste, puede posicionarse para producir espuma en línea de un recorrido de flujo de fluido. El dispositivo de la presente invención, utiliza energía de alto valor de cizallamiento, la cual se experimenta, por parte del fluido, en el dispositivo, como energía de espumación para producir la espuma.

Se conocen dispositivos, según el estado actual de la técnica, para producir espuma de leche, en donde, la espumación de la leche, se lleva a cabo, de una forma típica, mediante procesos en lotes. Así, por ejemplo, se conoce un dispositivo, el cual tiene un depósito, en el cual puede cargarse leche. Una parte giratoria en el depósito, tal como, por ejemplo, un batidor, el cual se encuentra provisto en la superficie del fondo del depósito, provoca la espumación de la leche. Sin embargo, un dispositivo de este tipo para producir espuma de leche, puede producir solamente un predeterminada cantidad de espuma de leche, al mismo, tiempo, es decir, en un proceso de un lote. Después de ello, el dispositivo, debe vaciarse, y, de una preferible, limpiarse, y volverse a llenar con leche, antes de proceder al inicio del siguiente proceso de un lote. De una forma adicional, un dispositivo de este tipo, no puede implementarse en línea de un recorrido de flujo de fluido y, así, por ejemplo, en un dispositivo para producir o proporcionar leche u otras bebidas.

De una forma adicional, en el estado actual de la técnica, se incluyen dispositivos los cuales inyectan vapor al interior de la leche la cual se introduce en un depósito, con objeto de producir la espumación. Sin embargo, no obstante, los dispositivos de este tipo, no pueden utilizarse en línea de un recorrido de flujo de fluido. Documentos relevantes correspondientes al arte anterior de la técnica especializada, los cuales se refieren a este sector de la técnica son, por ejemplo, los documentos de patente DE 197 19 784, US 2004 / 009 281, y DE 20 2007 009 537.

Para los dispositivos correspondientes al estado actual de la técnica, anteriormente mencionados, arriba, los factores los cuales influyen en la espumación de la leche son, por ejemplo, la geometría de la parte giratoria, tal como el batidor, o la temperatura y / o la presión del vapor el cual se inyecta al interior de la leche. Estos factores, son difíciles de entender, y éstos no son fáciles de controlar de una forma precisa o exacta, sin construir dispositivos más complicados. Así, por lo tanto, la espuma de leche de muchos dispositivos de espumación sencillos, correspondientes al estado actual de la técnica, se produce, a menudo, de una forma inestable o poco fiable, es decir que, las propiedades de la espuma, tales como las consistentes en el volumen, en el nivel de espumación, en la estabilidad de la espuma, etc., difieren de un proceso de un lote, a otro.

El objetivo de la presente invención, es la de superar las desventajas anteriormente mencionadas, arriba, y la de mejorar el estado actual de la técnica. De una forma particular, la presente invención, tiene como uno de sus objetivos, el proporcionar un dispositivo para espumar un fluido, de una forma preferible, para producir espuma de leche, el cual puede implementarse en línea de un recorrido de flujo de fluido, de una forma adicional, la presente invención, desea proporcionar un dispositivo, mediante el cual, la espuma, puede producirse de una forma más fiable. Así, por lo tanto, los factores los cuales influyen en el efecto de la espumación, deberían ser más comprensibles y más fáciles de controlar de una forma exacta o precisa. Finalmente, un objeto de la presente invención, es la de proporcionar un dispositivo sencillo y robusto, el cual tenga un prolongado tiempo de vida.

En la parte que sigue a continuación, la descripción de la presente invención, se proporcionará en vistas a la espumación de la leche. Sin embargo, la invención, no se limita sólo a la leche como fluido, sino que, ésta puede también aplicarse a toros fluidos, tales como, por ejemplo, el chocolate o el café. Así, por consiguiente, mediante la presente invención, pueden conseguirse, así mismo, también, otras espumas distintas a la espuma de leche.

Para proceder a la espumación de la leche, deben proporcionarse ambos, leche y aire, de alguna manera, tal y como se muestra en la figura 1. De una forma opcional, pueden calentarse la leche y / o el aire, de una forma adicional, debe aportarse algún tipo de energía, a la leche y al aire, con objeto de producir la espuma de leche. La presente invención, se basa en la idea de que, la energía de espumación, se aporta como una energía de alto valor de cizallamiento. La energía de alto valor de cizallamiento, se consigue procediendo a diseñar el dispositivo, de tal forma que se haga pasar un mezcla de leche y aire, por lo menos parcialmente, mediante flujo de Couette (flujo laminar), a través del dispositivo.

El flujo de Couette, se refiere a un flujo laminar de un fluido viscoso, en un espacio comprendido entre dos placas paralelas. El principio básico del flujo de Couette, se muestra en la figura 2. En la figura 2, una placa móvil limítrofe (fronteriza), bidimensional, se mueve, con cierta velocidad, u, con respecto a una placa limítrofe bidimensional, estacionaria. Entre las dos placas limítrofes, se encuentra presente un fluido. El movimiento de la placa limítrofe móvil, provoca el que se mueva el fluido. Las condiciones limítrofes, definen el movimiento del fluido. Directamente en la placa limítrofe estacionaria, el fluido, no debe moverse en absoluto, debido a las fuerzas de fricción de la placa limítrofe estacionaria. Así, por lo tanto, la velocidad, u, es cero. Directamente en la placa limítrofe móvil, la fricción,

provoca el que, el fluido, se mueva con la velocidad, u, de la placa limítrofe móvil.

En un modelo sencillo, la velocidad, u, del fluido, se incrementa de una forma lineal, en una dirección, y se mide a partir de la placa limítrofe estacionaria. Así, de este modo, se provoca un esfuerzo cortante de cizallamiento, t, en el fluido, el cual depende de la distancia entre las dos placas limítrofes, de la viscosidad del fluido, y de la velocidad absoluto de la placa limítrofe móvil. El esfuerzo cortante de cizallamiento, en el fluido, tiene como resultado una energía de cizallamiento, la cual puede utilizarse como energía de espumación. Los correspondientes detalles, se describirán, mediante la presente invención.

La presente invención, cumple con el principio anteriormente mencionado, arriba, mediante un dispositivo en concordancia con las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones independientes, resuelven los problemas anteriormente mencionados, arriba, del estado actual de la técnica. Las ventajas adicionales de la presente invención, se desarrollan en las reivindicaciones dependientes.

De una forma particular, la presente invención, se refiere a un dispositivo para producir espuma de leche, el cual comprende un cilindro exterior, y una cilindro interior, el cual se encuentra dispuesto en el interior del cilindro exterior, una entrada de fluido, y una salida de fluido, en donde, el cilindro exterior y el cilindro interior, son susceptibles de poder girar, el uno con respecto al otro, en donde, se forma un espacio vacío o brecha, entre el cilindro exterior y el cilindro interior, y en donde, el espacio vacío, conecta la entrada de fluido, con la salida de fluido.

Las dos placas limítrofes las cuales se muestran en la figura 2, se materializan mediante la pared exterior del cilindro interior y la pared y la pared interior del cilindro exterior. El movimiento de la placa limítrofe móvil contra la placa limítrofe estacionaria, en la figura 2, se provoca mediante el movimiento relativo del cilindro interior contra el cilindro exterior. Los cilindros, tienen un eje de rotación común. La distancia entre las placas limítrofes, en la figura 2, se define mediante la anchura del espacio vacío, a través de la cual fluye un fluido, de una forma preferible, leche y aire, desde la entrada de fluido hasta la salida de fluido. Esto significa el hecho de que, la leche y el aire, se suministran, de una forma preferible, a la entrada de fluido del dispositivo. Así, por consiguiente, siguiendo el principio el cual se describe con respecto a la figura 2, la mezcla de leche y aire, experimenta una alta tensión de cizallamiento, en el espacio libre o brecha.

La alta tensión de cizallamiento, conduce a una emulsión del aire y la leche. Tan pronto como la mezcla de leche y de aire emulsionada abandona el espacio libre o brecha, ésta se expande. Debido a la expansión, se consigue un efecto de espumación, puesto que, el tamaño de las burbujas de aire, en el interior de la leche, se incrementa de una forma abrupta. Así, por lo tanto, hablando de una forma general, se utiliza una alta energía de cizallamiento, la cual se encuentra contenida en la mezcla de leche y aire, para proporcionar la energía de espumación, la cual es necesaria para producir la espuma de leche.

El dispositivo, está diseñado de tal forma que, éste, pueda posicionarse en línea, con una trayectoria o recorrido de flujo, ya que, la leche, puede fluir al interior de la entrada de fluido, a través del espacio vacío, y hacia fuera de la salida de fluido. El dispositivo 1, es por lo tanto adecuado para recibir leche, de una forma continua, desde un depósito, y convertirla en espuma de leche.

Los factores los cuales influyen en las propiedades de la espuma de leche son, por ejemplo, la anchura del espacio vacío, la velocidad tangencial de los cilindros, el uno con respecto al otro, la superficie del cilindro, y el tiempo durante el cual la leche se encuentra expuesta a la tensión de cizallamiento, es decir, que ha estado en el dispositivo. Tales parámetros, son fáciles de entender y éstos pueden controlarse de una forma precisa. De una forma adicional, el dispositivo puede diseñarse de una forma bastante firme., pero puede todavía producir resultados muy fiables.

De una forma preferible, una anchura del espacio de separación o brecha, en la dirección del radio del cilindro interior y del cilindro exterior, es de un tamaño comprendido dentro de un rango que va de 0,2 mm a 1,0 mm, y de una forma incluso más preferible, de un tamaño comprendido dentro de un rango que va de 0,3 mm a 0,6 mm.

Tal y como se ha indicado anteriormente, arriba, la tensión de cizallamiento experimentada por la mezcla de leche y aire, en el dispositivo, depende, de una forma muy amplia, de la anchura del espacio de separación o brecha, el cual se forma entre las dos paredes de los cilindros. Aquí, el diámetro del espacio de separación o brecha, se elige de tal forma que se logre una tensión de cizallamiento, la cual produzca un óptimo efecto de espumación de la leche. Eso significa, por ejemplo, el hecho de que, el efecto de la espumación, conduzca a una espuma de leche, la cual tenga unas propiedades óptimas. Cuando se hace referencia a las propiedades de la espuma, en la presente invención, se entenderá, por ejemplo, un deseado volumen, una buena estabilidad de la espuma, y / o un suficiente nivel de espumación. La estabilidad, se define mediante el transcurso de tiempo durante el cual la espuma de leche, es estable, es decir, que, substancialmente, mantenga su volumen. El nivel de espumación, se define como el factor de relación del volumen de la leche introducido en la entrada de fluido, con respecto al volumen de la espuma de leche, dispensado hacia fuera de la salida de fluido.

De una forma preferible, la salida de fluido, tiene un diámetro el cual es mayor que la anchura del espacio vacío, de una forma preferible, de un tamaño comprendido dentro de un rango que va de 2 mm a 10 mm.

La expansión de la salida de fluido, comparada con la anchura del espacio vacío, conduce a la expansión de la emulsión de leche y aire, producida por la alta tensión de cizallamiento, resultante de la rotación relativa de los dos cilindros. La expansión, se incrementa con el tamaño de las burbujas, en el interior de la mezcla de leche y aire y, así, de este modo, provoca un efecto de espumación. El diámetro preferido de la salida del fluido, provoca una expansión, mediante la cual se consigue una espuma de leche provista de unas cualidades óptimas.

De una forma preferible, el cilindro interior, comprende una primera parte, la cual tiene un diámetro más grande, y segunda parte, la cual tiene un diámetro más pequeño, en donde se forma un espacio vacío, entre la primera parte del cilindro interior y el cilindro exterior, y se forma una cámara, entre la segunda parte del cilindro interior y el cilindro exterior.

El desfase entre los dos cilindros, crea una primera zona (en este caso, el espacio vacío o brecha), en donde, la mezcla de leche y aire, experimenta una mayor tensión de cizallamiento, y una segunda zona (en este caso, la cámara), entre las dos cilindros, en donde, la mezcla de leche y aire, experimenta una menor tensión de cizallamiento. La zona de alto cizallamiento, se utiliza para la emulsión de la mezcla de leche y aire, mientras que, la zona de baja bajo cizallamiento, se utiliza para la expansión de la emulsión. Así, de este modo, el efecto de espumación, puede generarse entre los dos cilindros concéntricos. Si, de una forma adicional la salida de fluido, es incluso mayor, en cuanto a lo referente a su diámetro, que la cámara entre los dos cilindros, entonces, pueden acontecer una expansión y un efecto de espumación adicionales. El dispositivo, podría incluso encontrarse diseñado, o podrían proporcionarse medios en el dispositivo, de tal forma que, el diámetro de la cámara, sea ajustable. Así, de este modo, el efecto de espumación y las propiedades de la espuma de leche, podrían controlarse y ajustarse.

De una forma preferible, la cámara, tiene una anchura, en la dirección del radio del cilindro interior y en el cilindro exterior, de un tamaño comprendido dentro de un rango que va de 2 mm a 10 mm.

Mediante los valores preferidos para la anchura de la cámara, las propiedades óptimas de la espuma, pueden conseguirse mediante el dispositivo.

De una forma preferible, el dispositivo, comprende, de una forma adicional, un motor, para hacer girar en rotación el cilindro interior, con respecto al cilindro exterior.

De una forma preferible, el motor, se encuentra adaptado para hacer girar en rotación, el cilindro interior, con una velocidad de rotación comprendida dentro de un rango que va de 4.000 a 8.000 r. p. m. (revoluciones por minuto), con respecto al cilindro exterior.

La tensión de cizallamiento, entre los dos cilindros, depende de la velocidad del movimiento, es decir, de la velocidad relativa del giro en rotación de los dos cilindros. Se ha encontrado que, mediante los valores preferidos, para la velocidad de giro en rotación, se consigue el mejor efecto de espumación. Esto significa que, la espuma de leche generada, tiene las óptimas propiedades.

La velocidad de rotación relativa, puede conseguirse procediendo a fijar el cilindro exterior, y haciendo girar en rotación el cilindro interior, con los mediante los valores de la velocidad de giro en rotación, anteriormente proporcionados, arriba, o viceversa. La velocidad de giro en rotación, puede también conseguirse procediendo a hacer girar en rotación los dos cilindros, en direcciones opuestas, el uno con respecto al otro.

De una forma preferible, el motor, comprende un árbol provisto de un cabezal, el cual comprende, por lo menos un primer imán o magneto, el segundo imán o magneto comprende por lo menos un segundo imán o magneto, y el por lo menos un primer imán o magneto, y el por lo menos un segundo imán o magneto, se encuentran adaptados para transferir de una forma exenta de contacto, un giro en rotación del árbol del motor, sobre el cilindro interior.

Debido al hecho de que, el cilindro interior, se conduce de una forma magnética, el árbol, no necesita ser conectado de una forma mecánica, o ser insertado en el cilindro interior. Así, por lo tanto, se produce una menor fricción, en el dispositivo, puesto que, no existe ninguna fricción entre el árbol y una guía, hacia el cilindro, o al interior de éste, para hacer girar en rotación el dispositivo. Una menor fricción, tiene como resultado un menor consumo de energía, y un tiempo de vida más prolongado del dispositivo.

De una forma preferible, el dispositivo, comprende, de una forma adicional, un elemento de separación, impermeable al agua, el cual se encuentra dispuesto ente el motor y el cilindro interior.

La separación impermeable al agua del cilindro interior y el motor, es posible, debido a acoplamiento magnético que transfiere el giro en rotación del árbol, sobre el cilindro interior. El riesgo de que penetre leche, procedente del

espacio vacío, al interior de parte del dispositivo, en el cual se encuentra ubicado el motor, se elimina, en mayor o en menor parte. El motor, requiere así, de este modo, una menor limpieza, puesto que, éste, no se contamina con la leche, y tiene así mismo, también, una mayor expectación del tiempo de vida. De una forma preferible, el elemento de separación, se encuentra fabricado a base de metal o de plástico. El elemento de separación, puede ser parte de una carcasa del dispositivo.

De una forma preferible, el cilindro interior, es un rotor y, el cilindro exterior, es un estator.

El cilindro interior, se hace girar, así de este modo, de una forma preferible, contra un cilindro exterior fijo. La tensión de cizallamiento, en el espacio vacío, depende así mismo, también, de cuál de los dos cilindros de hace girar en rotación. Se han encontrado los mejores resultados para espumar la leche, con sólo estar girando en rotación el cilindro interior. Entones, la espuma de leche resultante, tiene las mejores propiedades.

De una forma preferible, un diámetro del cilindro exterior, es el correspondiente a un rango comprendido entre los 25 mm y los 35 mm, de una forma preferible, de aprox. 30 mm.

El volumen total del espacio vacío definido entre los dos cilindros, el cual no depende únicamente de la anchura del espacio vacío en cuestión, sino, así mismo, también, de los diámetros absolutos de los cilindros, proporciona la cantidad deseada de espuma de espuma de leche, en un determinado tiempo, cuando se procede a operar el dispositivo.

De una forma preferible, el dispositivo, comprende, de una forma adicional, un calentador, para calentar el fluido que fluye desde la entrada de fluido a la salida de fluido.

El calentamiento de la leche y / o del aire, el cual se aporta vía la entrada de fluido, al interior del espacio vacío, puede mejorar el efecto de espumación, debido a la energía adicionalmente disponible, y / o a la desnaturalización de la proteína. De una forma adicional, la espuma de leche caliente, es la que se desea, de una forma típica, para la preparación de bebidas, tales como un “cappuccino”, o por el estilo. El calentador, de una forma preferible, se encuentra integrado en el interior de uno de los dos cilindros. Así, por ejemplo, el calentador, puede encontrarse alojado en el interior del cilindro interior. Si el calentador interior se encuentra fabricado, de una forma adicional, a base de un material conductor del calor, de una forma preferible, a base de un metal, entonces, el calentador, puede transferirse bien, a la superficie exterior del cilindro interior. La superficie exterior, define el espacio vacío o brecha, y puede así, de este modo, calentar a la mezcla de leche y aire, la cual fluye a través del espacio vacío en cuestión. De una forma preferible, el calentador, calienta la superficie del cilindro, a lo largo de su completa longitud (es decir, la altura) del cilindro interior.

En una forma de presentación, el cilindro exterior, tiene una pared interior y, el cilindro interior, tiene una pared exterior, formando, la pared interior y la pared exterior en cuestión, dos placas limítrofes, y provocando, el movimiento relativo del cilindro interior, contra el cilindro exterior, un flujo de Couette del fluido, en un espacio entre las dos placas paralelas.

La invención, se refiere así mismo, también, a un procedimiento para producir espuma de leche, en un dispositivo, al y como se ha descrito anteriormente, arriba. El procedimiento, comprende el hacer girar en rotación, el cilindro interior y el cilindro exterior, el uno con respecto al otro.

Un aspecto adicional de la invención, se refiere al uso de la leche, como un fluido a ser espumado, mediante un dispositivo tal y como se ha descrito anteriormente, arriba.

En lo sucesivo, la presente invención, se describe en mayor detalle, con referencia a las figuras anexas.

La figura 1, muestra, de una forma esquemática, un principio básico para producir espuma de leche.

Las figuras 2a y 2b, muestran, de una forma esquemática, un principio básico de flujo de Couette, para generar tensión de cizallamiento.

La figura 3, muestra de una forma esquemática, un dispositivo para producir espuma de leche, en concordancia con la presente invención.

La figura 4, muestra una sección transversal de un dispositivo para producir espuma de leche, en concordancia con la presente invención.

La figura 5, muestra una vista en perspectiva de un dispositivo para producir espuma de leche, en concordancia con la presente invención.

La figura 6, muestra una vista esquemática de un dispositivo para producir espuma de leche, en concordancia con la

presente invención.

La figura 3, muestra, de una forma esquemática, un dispositivo 1, para producir espuma de leche, en concordancia con la presente invención. El dispositivo 1, comprende un cilindro exterior, 2, el cual es por lo menos parcialmente hueco, en donde, el hueco, define un diámetro interior, o, del cilindro exterior 2. En el interior del cilindro exterior, 2, es decir, en el interior del hueco, se encuentra dispuesto un cilindro interior, 3, de una forma concéntrica con el cilindro exterior, 2. El cilindro interior, 3, tiene un diámetro exterior, i. El cilindro exterior, 2, y el cilindro interior 3, son susceptibles de poder girar en movimiento rotativo, el uno con respecto al otro, alrededor de un eje de rotación común. Con esta finalidad, de una forma preferible, el cilindro interior 3, es susceptible de poder girar en movimiento rotativo, alrededor del eje de rotación, el cual viene indicado en la figura 3, mediante la línea discontinua, es decir que, el cilindro interior 3, se trata de un rotor. El cilindro exterior, 2, de una forma preferible, es fijo, a saber, el cilindro exterior, 2, se trata, de una forma preferible, de un estator. El cilindro exterior, puede por ejemplo mantenerse fijo, en un dispositivo de producción de bebidas, la cual incluya el dispositivo para la producción de espuma de leche, en concordancia con la presente invención. De una forma alternativa, el cilindro exterior 2, puede ser una carcasa del dispositivo 1 de la presente invención, el cual puede mantenerse fijo, mediante su propio peso, o el peso del dispositivo 1, cuando, por ejemplo, éste se encuentra posicionado sobre una superficie. Sin embargo, no obstante, son posibles otras soluciones, tales como, por ejemplo, las consistentes en que, el cilindro exterior, 2, se haga girar, en movimiento rotativo, con respecto un cilindro interior, fijo, 3, ó que, ambos cilindros, 2 y 3, se hagan girar en movimiento rotativo el uno con respecto al otro.

El diámetro exterior, i, del cilindro interior, 3, es más pequeño que el diámetro interior, o, del cilindro exterior, 2, de tal forma que, un se forme un espacio vacío, 6, entro los cilindros, el cual tenga un anchura, w, la cual se define mediante la diferencia de los respectivos diámetros de los cilindros (tal como, por ejemplo, $w = o - i / 2$). El espacio vacío, 6, conecta una entrada de fluido, 4, del dispositivo, 1, con una salida de fluido, 5, del dispositivo 1, de tal forma que, un fluido, tal como, por ejemplo, leche, proporcionada conjuntamente con aire, pueda pasar a través del dispositivo, 1. Esto significa que, en uso del dispositivo 1, de una forma preferible, la leche y el aire, entran al interior de la salida de fluido, 4, y la mezcla puede entonces fluir a través del espacio vacío o brecha, 6, a lo largo de la dirección de la extensión de los dos cilindros 2 y 3 (es decir, la altura de los cilindros), y que, finalmente, salga del dispositivo 1, a través de la salida de fluido, 5.

Puesto que, el cilindro interior 3, se hace girar en movimiento rotativo, con respecto al cilindro exterior, 2, mientras que, la mezcla de leche y aire, fluye a través del espacio vacío, 6, la mezcla, experimenta una alta tensión de cizallamiento, en concordancia con los principios del flujo de Couette, los cuales se han explicado anteriormente, arriba. La alta tensión de cizallamiento, provoca una emulsión de la leche y el aire. Después de que la emulsión haya fluido hacia fuera del espacio vacío 6, y del dispositivo 1, a través de la salida de fluido, 5, la emulsión, se expande y, así, por lo tanto, ésta se espuma, debido a que, las burbujas de aire en el interior de la leche, se expanden de una forma abrupta. De una forma preferible, la anchura, w, del espacio vacío, 6, tal y como se mide en la dirección de los radios del cilindro interior, 3, y del cilindro exterior, 2, respectivamente, se encuentra comprendida dentro de un rango que va de 0,1 mm a 1 mm, de una forma preferible, dentro de un rango que va de 0,2 mm a 0,6 mm, y de una forma mayormente preferible, dentro de un rango que va de 0,3 mm a 0,5 mm. Mediante este tipo de espacio vacío, se consiguen las mejores propiedades de espumación para la espuma de leche.

El cilindro interior, 3, puede ser sólido (macizo) o vacío. El cilindro interior, 3, puede incluir un calentador, 15, el cual se encuentre adaptado para calentar la leche y el aire que fluyan a través del espacio vacío, 6.

De una forma alternativa, el calentador, puede encontrarse dispuesto, en el cilindro exterior, y así, de este modo, calentar a la leche y el aire que fluyen a través del espacio vacío, 6, procedentes del exterior. El calentador, 15, puede proveerse con electricidad, o, éste puede incluir partes las cuales se muevan, debido al giro en rotación del cilindro giratorio, y que se encuentran diseñadas para convertir el movimiento en calor.

La figura 4, muestra el dispositivo 1, en una vista en sección transversal. El cilindro interior, 3, se encuentra ubicado en el interior del cilindro exterior, 2, y el espacio vacío, 6, se encuentra formado entre los cilindros 2 y 3, a través de los cuales puede fluir la mezcla de leche y aire, y salir por la salida de fluido, 5. La salida de fluido, 5, de una forma preferible, tiene un diámetro exterior, d, el cual es substancialmente más grande que la anchura w del espacio vacío, 6. De una forma preferible, el diámetro d, se encuentra comprendido dentro de un rango que va de 1 mm a 20 mm, de una forma más preferible, dentro de un rango que va de 2 mm a 10 mm, y de una forma mayormente preferible, dentro de un rango que va de 5 mm a 10 mm. Un factor de relación o cociente de la anchura del espacio vacío, 6, con respecto al diámetro d de la salida de fluido es, de una forma preferible, de un rango comprendido dentro de unos márgenes situados entre 1 : 1 y 1 : 200, de una forma preferible, de un rango comprendido entre 1 : 3 y 1 : 50, y de una forma mayormente preferible, de un rango comprendido entre 1 : 5 y 1 : 30. Debido a la expansión de la mezcla de leche y aire, la cual fluye hacia fuera del espacio vacío, 6, hacia el interior de la salida de fluido, 5, las burbujas de aire en el interior de la leche, se incrementan en tamaño, con lo cual, se produce una espumación de la leche. Así, de este modo, el dispositivo 1, puede proporcionar espuma de leche, en su salida de fluido 5.

La figura 4, muestra así mismo, también, el hecho de que, el dispositivo 1, comprende un motor 8, el cual se

encuentra adaptado para provocar el giro en rotación de cilindro interior, 3, con respecto al cilindro exterior, 2. El rotor 8, se provee, de una forma preferible, de una forma separada con respecto a los cilindros 2 y 3, tal como, por ejemplo, en una cámara separada del dispositivo 1, ó por lo menos mediante una separación 12, tal como, por ejemplo, una placa, entre el motor 8 y los cilindros 2 y 3. La separación 13, de una forma preferible, es impermeable al agua, de tal forma que, la leche, no pueda entrar en la parte del dispositivo 1, en la cual se encuentra ubicado el motor 8.

El motor 8, de una forma preferible, tiene un árbol 9, el cual se hace girar en rotación. El árbol 9, de una forma preferible, se encuentra provisto de un cabezal 10, el cual es más ancho que el árbol 9, y que incluye, por lo menos, un primer imán (magneto), 11. La separación 13, entre el motor 8 y el cilindro interior 3, comprende, de una forma preferible, una porción que sobresale, 13a, en la cual, se encuentra formada una cavidad 13b, para recibir al cabezal 10 del motor 8. La porción que sobresale, 13a, de la separación 13, se recibe, de una forma preferible, mediante una cavidad existente sobre una superficie de la parte superior del cilindro interior, 3. El cilindro interior, 3, se encuentra provisto, de una forma preferible, de por lo menos un segundo imán 12, el cual se encuentra dispuesto cerca de la superficie de la parte superior, y el cual se encuentra configurado y posicionado, de tal forma que, éste, interactúe magnéticamente con el por lo menos un primer imán, 11, el cual se encuentra dispuesto en el cabezal 10 del motor 8.

Cuando se hace girar en rotación el árbol 9, mediante el motor 8, el por lo menos un imán, 11, gira así mismo, en rotación, y transfiere su movimiento de giro en rotación a través del acoplamiento magnético sobre el por lo menos un segundo imán, 12, del cilindro interior, 3. Así, de este modo, se provoca el giro en rotación del cilindro interior 3, con respecto al cilindro interior, 2.

De una forma preferible, la velocidad de giro en rotación de los 2 cilindros, 2, 3, del uno con respecto al otro, se encuentra comprendida dentro de un rango que va desde las 1.000 r. p. m. a las 15.000 r. p. m, de una forma preferible, dentro de un rango situado entre las 2.000 r. p. m. y las10.000 r. p. m. y, de una forma mayormente preferible, entre las 4.000 r. p. m. y las 8.000 r. p. m. Con la velocidad preferida del giro en rotación, se consigue la mejor emulsión de la mezcla de aire y leche, en el espacio vacío, 6, y se consiguen, así mismo, las mejores propiedades de espumación de la espuma de leche, después de la expansión. Debido a la transferencia sin contacto del giro en rotación del árbol del motor, 9, al giro en rotación de preferiblemente el cilindro interior 3, la parte del dispositivo 1, la cual incluye el motor 8, puede separarse de la parte del dispositivo 1, la cual incluye los dos cilindros 2, 3. Esta separación, evita el hecho de que, la espuma de leche, penetre en la parte del dispositivo 1, la cual incluye el motor 8. La leche, podría dañar las partes eléctricas o mecánicas del motor 8. Así, de este modo, procediendo a desacoplar las dos partes del dispositivo 1, se consigue un mayor tiempo de vida. De una forma adicional, las partes del motor 8, no se contaminan con la leche y, así, de este modo, éstas no necesitan limpiarse tan a menudo.

La figura 5, muestra el dispositivo 1, en una vista en perspectiva. El dispositivo 1, comprende dos partes, una parte superior, 1a, la cual incluye el motor 8, y una parte inferior, 1b, la cual incluye los dos cilindros 2 y 3. Las dos partes, 1a y 1b del dispositivo 1, de una forma preferible, se encuentran acopladas, conjuntamente, mediante dos bridas, 14a y 14b, y éstas se encuentran fijadas mediante tornillos, 14, tal y como se muestra en la figura 5. Puede encontrase diseñada una brida superior, 14a, para sostener el motor 8 del dispositivo 1, y puede encontrarse diseñada una brida inferior 14b, para sostener los cilindros 2 y 3 del dispositivo 1. La brida superior 14a, puede también encontrarse construida de una forma integral, con una carcasa del motor 8, y la brida inferior 14b, puede encontrarse construida de una forma integral con el cilindro exterior, 2. Por lo menos la brida inferior 14b, actúa como separación 13 del motor 8 y de los cilindros, tal y como puede verse en la figura 4. La entrada de fluido, 4, se encuentra dispuesta, de una forma preferible, sobre una superficie del lado inferior del cilindro exterior 2, y ésta puede encontrarse fabricada de una forma integral con el cilindro exterior, 2. Los mismo cabe decir, también, para la salida de fluido 5, la cual se encuentra dispuesta, de una forma preferible, sobre la superficie exterior de fondo del cilindro exterior 2, y ésta se encuentra fabricada, preferiblemente, de una forma integral con el cilindro exterior 2.

Ambas, la entrada de fluido 4 y la salida de fluido 5, se encuentran diseñadas, de una forma preferible, para acoplar una línea de fluido, tal como la consistente en un tubo. El dispositivo 1, puede entonces por ejemplo encontrarse integrado en un dispositivo de producción de bebidas, el cual tenga por ejemplo bombas, para proporcionar leche y agua, a la entrada de fluido, 4. De una forma alternativa, el dispositivo 1, en sí mismo, puede encontrarse provisto de un mecanismo, de tal forma que, un giro en rotación de los cilindros 2 y 3, provoquen el que se absorba leche y aire, al interior de la entrada de fluido, 4, tal como, por ejemplo, vía un tubo el cual conduzca al interior de un depósito externo de leche. A través de la salida de fluido, 5, la espuma de leche, puede proporcionarse directamente, o bien, ésta puede proporcionarse vía un tubo, a un dispensador. El dispositivo 1, de la presente invención, puede proporcionar, así, de este modo, espuma de leche, en línea, de una trayectoria de flujo de la leche, y éste puede ser parte de un dispositivo de producción de bebidas, tal como, por ejemplo, una máquina de café.

La figura 6, muestra una sección transversal de una forma de presentación alternativa del dispositivo 1 de la presente invención. El cilindro interior 3, comprende una primera parte, 3a, y una segunda parte, 3b. La primera parte, 3a, tiene un diámetro i, el cual es mayor que el diámetro de la segunda parte 3b. De una forma particular, un diámetro i, de la primera parte 3a, se elige, de una forma preferible, de tal modo que se forme un espacio libre, 6, de

una anchura w, correspondiente a un rango situado dentro de unos márgenes que van de 0,1 mm a 1 mm, de una forma preferible, de un rango situado entre 0,2 mm y 0,6 mm y, de una forma mayormente preferible, de un rango situado entre 0,3 mm y 0,5 mm, entre una primera parte 3a y el cilindro exterior 2. El diámetro s de la segunda parte 3b del cilindro 3, se encuentra diseñado, de una forma preferible, de tal forma que, se forme una cámara 7, entre la segunda parte 3b y el cilindro exterior 2, en donde, la cámara 7, tenga, de una forma preferible, una anchura, medida en la dirección del radio del cilindro interior 3, la cual sea mayor que la achura w del espacio vacío 6, de una forma preferible, de un valor correspondiente a un rango que vaya de 1 mm a 30 mm, de una forma preferible, de 2 mm a 10 mm. El diámetro, o, del cilindro exterior 2 es, de una forma preferible, de 20 a 40 mm., de una forma preferible, de 30 mm, de la misma forma que en la primera forma de presentación de la presente invención. Así, por lo tanto, el diámetro s de la segunda parte 3b es, de una forma mayormente preferible, de un rango comprendido dentro unos márgenes que van de 20 mm a 28 mm y, el diámetro i de la primera parte 3a es, de una forma mayormente preferible, de un rango comprendido dentro de unos márgenes que van de 27,5 mm a 27,7 mm, tal y como en la primera forma de presentación.

La leche y el aire suministrados a la entrada de fluido, 4, para fluir a través del espacio vacío, 6, se emulsionan, debido a las altas fuerzas de cizallamiento que se experimentan en el estrecho espacio vacío, 6, entre el cilindro interior 3 y el cilindro exterior 2, cuando el cilindro interior 3, se hace girar en rotación, con respecto al cilindro exterior 2. Cuando la mezcla emulsionada de leche y aire, fluye hacia fuera del espacio vacío 6, hacia el interior de la cámara 7, ésta se expande y, así, por consiguiente, se espuma. Debido a la expansión, la espuma, se expulsa, con presión, hacia fuera de la salida de fluido, 5. Si la salida de fluido 5, es incluso mayor, en cuanto a lo referente a su diámetro, que la cámara 7, entonces, la leche, se espuma incluso todavía más.

De una forma preferible, ambas formas de presentación de la presente invención, se encuentran diseñadas de tal forma que se consiga un valor de tensión de cizallamiento, para la leche, en el espacio vacío, de tal forma que éste sea el correspondiente a un rango comprendido dentro de unos márgenes que van de 20 Pa a 80 Pa, de una forma preferible, de 30 Pa a 60 Pa, y de una forma mayormente preferible, de 40 Pa a 50 Pa, cuando se asume la ley de Newton, en cuanto a lo referente a la viscosidad. Los resultados, en términos de la calidad de la espuma de leche, no únicamente dependen de la tensión de cizallamiento, sino así mismo, también, del tiempo durante el cual se aplica esta tensión de cizallamiento. Un valor típico, es el de 0,2 s, a una tensión de cizallamiento de 40 Pa a 50 Pa, pero se obtienen asimismo, también, unos buenos resultados, mediante transcursos de tiempo más prolongados. Los valores preferidos de la tensión de cizallamiento, pueden conseguirse mediante un espacio vacío o brecha, el cual tenga, de una forma preferible, una anchura w de 0,1 mm a 1 mm, de una forma preferible, de 0,2 mm a 0,6 mm, y de una forma mayormente preferible, de 0,3 mm a 0,5 mm, una velocidad de giro en rotación, situada, de una forma preferible, entre 1.000 r. p. m. y 1.500 r. p. m, de una forma preferible, entre 2.000 r. p. m. y 10.000 r. p. m., y de una forma mayormente preferible, entre 4.000 r. p. m. y 8.000 r. p. m., un diámetro interior, o, del cilindro exterior 2, de preferiblemente 20 mm a 40 mm, de una forma más preferible, de 30 mm, y mediante la utilización de leche, la cual se encuentre a la temperatura ambiente (20 ºC). Se asume el hecho de que, la leche, a la temperatura ambiente, tiene una viscosidad de $\mu = 2$ mPa·s y, que ésta, es un fluido de Newtoniano.

En resumen, la presente invención, proporciona un dispositivo 1, para producir espuma de leche, el cual utiliza el principio del flujo de Couette, y utiliza una alta tensión de cizallamiento, la cual se aplica a la mezcla de leche y aire, entre los cilindros 2, 3, los cuales giran, en rotación, el uno con respecto al otro. La tensión de cizallamiento, conduce a una emulsión de la leche y del aire, lo cual conduce, de nuevo, a un efecto de espumación, una vez que la emulsión haya fluido hacia afuera de un espacio vacío, 6, entre los dos cilindros 2 y 3, y se expanda. Los parámetros del dispositivo 1, es decir, los parámetros clave para la calidad de la espuma, son el tamaño del espacio vacío, 6, el tamaño de la cámara 7 (para la segunda alternativa), y la velocidad relativa de giro en rotación del cilindro interior 3, con respecto al cilindro exterior 2. Estos factores, son mucho más sencillos de entender y de controlarlos, tales como, por ejemplo, los consistentes en la geometría de los batidores, en algunos dispositivos correspondientes al estado actual de la técnica, o parámetros de los dispositivos correspondientes al estado actual de la técnica., los cuales utilizan inyección de vapor caliente. Así, de este modo, la espuma de leche, puede producirse de una forma bien controlada, mediante un dispositivo relativamente sencillo. La espuma, puede encontrarse en línea de una trayectoria de flujo de leche.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) para producir espuma de leche, el cual comprende,
un cilindro exterior (2),
un cilindro interior (3), el cual se encuentra concéntricamente dispuesto en el interior del cilindro exterior (2),
una entrada de fluido (4), y una salida de fluido (5),
siendo, el cilindro exterior (2) y el cilindro interior (3), giratorios, el uno con respecto al otro,
encontrándose formado un espacio vacío (6), entre el cilindro exterior (2) y el cilindro interior (3) y,
conectando, el espacio vacío (6), la entrada de fluido (4), con la salida de fluido (5); **caracterizado por el hecho de que,** el cilindro exterior (2), tiene una pared interior y
el cilindro interior (3), tiene una pared exterior,
formando, la pared interior y la pared exterior, dos placas limítrofes paralelas, provocando, el movimiento relativo del cilindro interior (3), contra el cilindro exterior (2), un flujo de Couette de un fluido en un espacio entre las dos placas paralelas.

2.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según la reivindicación 1, en donde,
una anchura (w) del espacio vacío (6), en la dirección del radio del cilindro interior (3), y el cilindro exterior (2), se encuentra dentro de un rango que va de 0,3 a 0,5 mm.

3.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según la reivindicación 1 ó 2, en donde,
la salida de fluido (5), tiene un diámetro (d), el cual es mayor que la anchura (w) del espacio vacío (6), de una forma preferible, en un rango que va de 2 mm a 10 mm.

4.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde,
el cilindro interior (3), comprende una primera parte (3a), la cual tiene un mayor diámetro (i), y una segunda parte (3b), la cual tiene un menor diámetro (s),
el espacio vacío 6), se encuentra formado entre la primera parte (3a) del cilindro interior (3), y el cilindro exterior (2), y,
se encuentra formada una cámara (7), entre la segunda parte (3b) del cilindro interior (3) y el cilindro exterior (2).

5.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según la reivindicación 4, en donde,
la cámara (7), tiene una anchura (a) en la dirección del radio del cilindro interior (2) y el cilindro exterior (3), en un rango de 2 a 10 mm.

6.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, el cual comprende, de una forma adicional,
un motor (8), para hacer girar en rotación el cilindro interior (3), con respecto al cilindro exterior (2).

7.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según la reivindicación 6, en donde,
el motor (8), se encuentra adaptado para hacer girar en rotación al cilindro interior (3), con una velocidad de giro en rotación, en un rango que va de 4.000 a 8.000 r. p. m., con respecto al cilindro exterior (2).

8.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de la reivindicación 6 ó 7, en donde,
el motor (8), comprende un árbol (9), provisto de un cabezal (10), el cual comprende por lo menos un primer imán (11),
el cilindro interior (3), comprende por lo menos un segundo imán (12), y
el por lo menos un primer imán (11) y el por lo menos un segundo imán (12), se encuentran adaptados para transferir, de una forma exenta de contacto, un movimiento de giro en rotación del árbol del motor, (8), sobre el cilindro interior (3).

9.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, el cual comprende, de una forma adicional, un elemento de separación impermeable al agua,(13), el cual se encuentra dispuesto entre el motor (8) y el cilindro interior (3).

10.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde,
el cilindro interior (3), es un rotor, y el cilindro exterior (2), es un estator.

11.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde,
un diámetro (o) del cilindro exterior, se encuentra comprendido dentro de un rango que va de 25 a 35 mm, teniendo, siendo éste, de una forma preferible, de aproximadamente 30 mm.

12.- Dispositivo (1), para producir espuma de leche, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, el cual comprende, de una forma adicional,
un calentador (14), para calentar líquido que fluye desde la entrada de fluido (4), a la salida de fluido (5).

13.- Procedimiento para producir espuma de leche, en un dispositivo (1), según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, comprendiendo, dicho procedimiento, el hacer girar en rotación el cilindro interior (3) y el cilindro exterior (2), el uno con respecto al otro.

14.- Uso de leche, como un fluido a ser espumado mediante un dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12

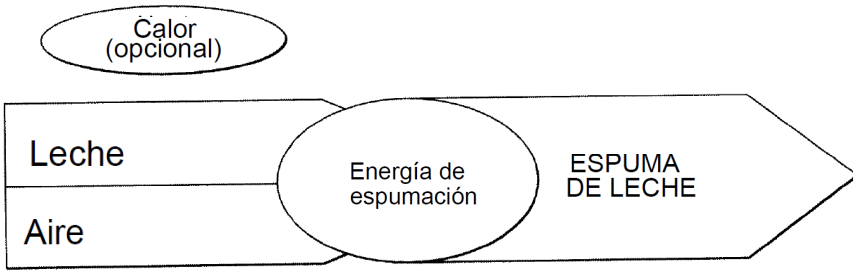
Calor
(opcional)
Leche
Aire
Energía de
espumación
ESPUMA
DE LECHE

FIG. 1

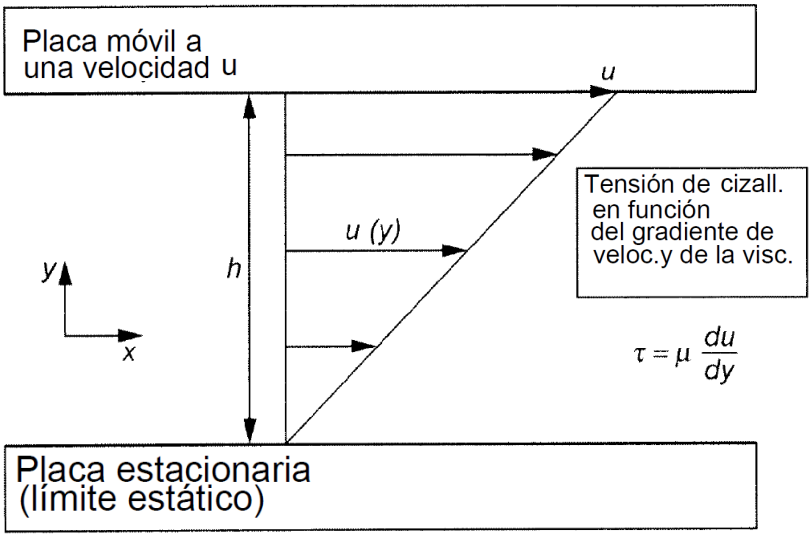
Placa móvil a
una velocidad u
u
u (y)
h
y
x
Tensión de cizall.
en función
del gradiente de
veloc.y de la visc.
$\tau = \mu \frac{du}{dy}$
Placa estacionaria
(límite estático)

FIG. 2a

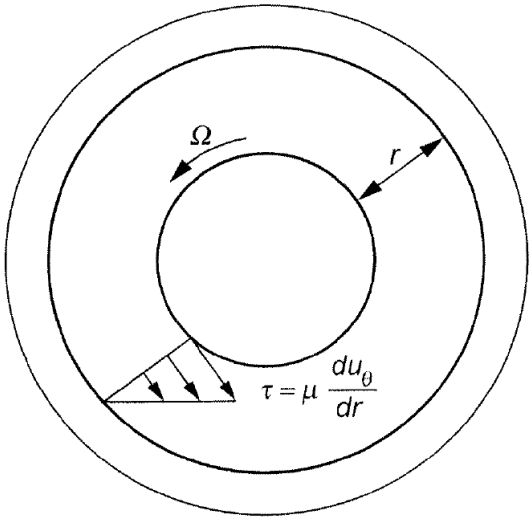
Ω
r
$\tau = \mu \frac{du_\theta}{dr}$

FIG. 2b

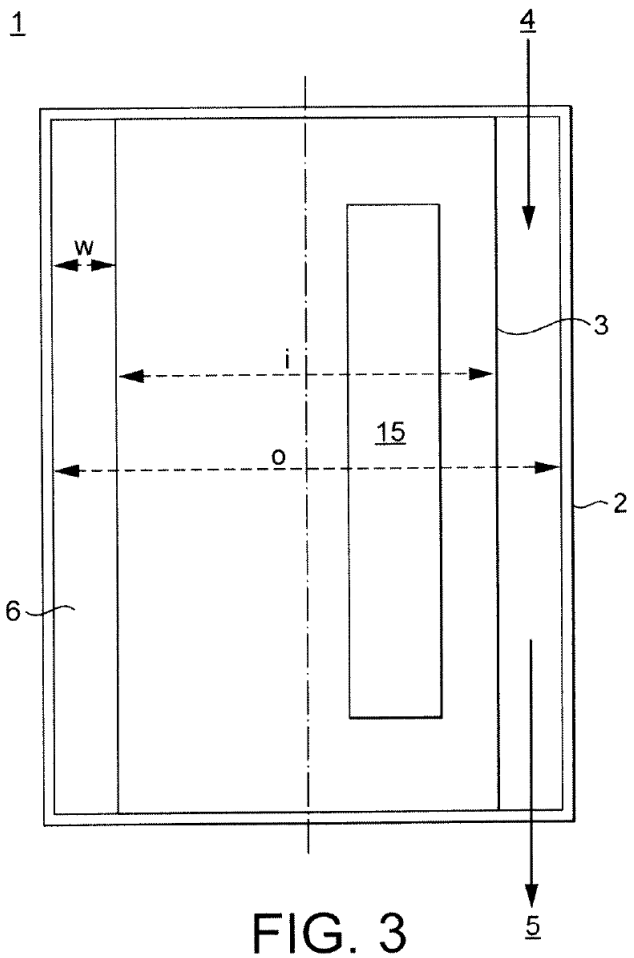

FIG. 3

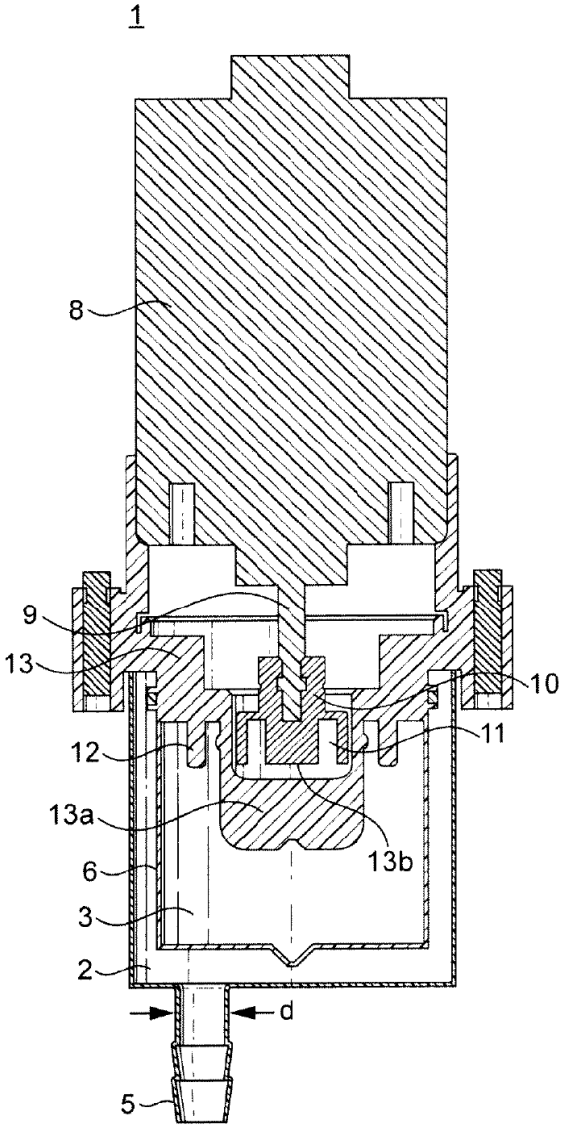

FIG. 4

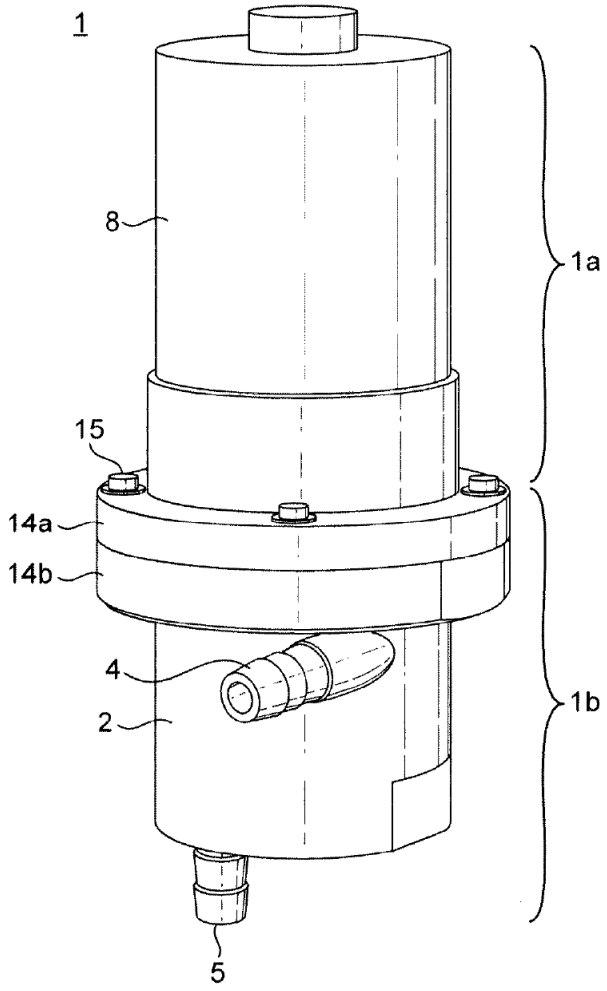

FIG. 5

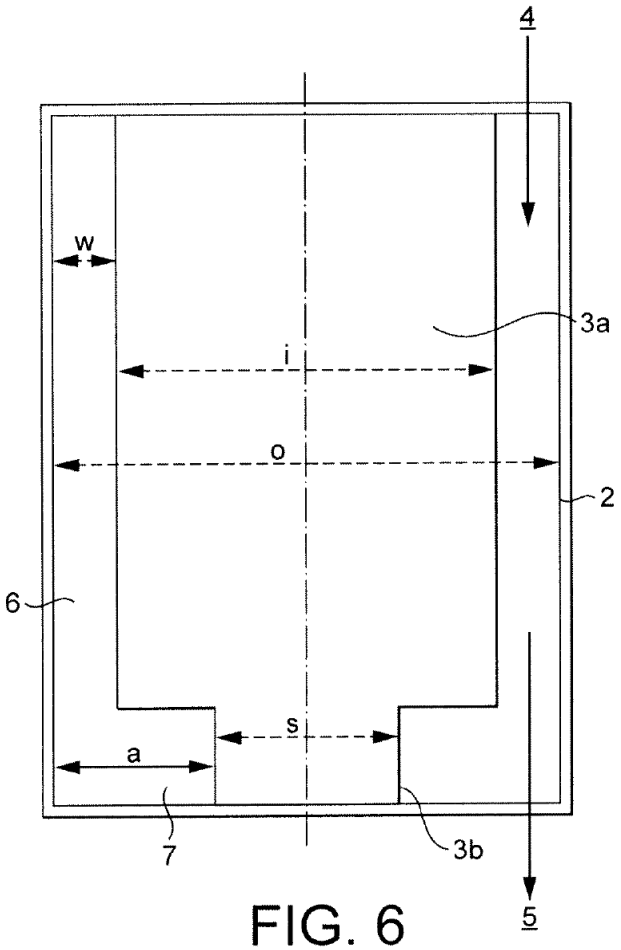

FIG. 6