

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 869 870**

51 Int. Cl.:

A47J 31/46 (2006.01)

A47J 43/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2013** **PCT/EP2013/077360**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.06.2014** **WO14096181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2013** **E 13819026 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021** **EP 2934251**

54 Título: **Dispositivo para producir espuma de leche**

30 Prioridad:

21.12.2012 EP 12199148

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

26.10.2021

73 Titular/es:

SOCIÉTÉ DES PRODUITS NESTLÉ S.A. (100.0%)

Entre-deux-Villes

1800 Vevey, CH

72 Inventor/es:

PERENTES, ALEXANDRE;

YOAKIM, ALFRED y

PERRIN, ALEXA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 869 870 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

Dispositivo para producir espuma de leche

- 5 La presente invención está dirigida a un dispositivo para producir espuma en un fluido, preferentemente para producir espuma de leche. En particular, el dispositivo está diseñado de manera que pueda colocarse en línea con la ruta de flujo de fluido para producir espuma. El dispositivo de la presente invención utiliza la alta energía de cizalladura experimentada por el fluido en el dispositivo como energía formadora de espuma para producir la espuma.
- 10 En el estado de la técnica se conocen dispositivos para producir espuma de leche, en los que la formación de espuma de leche se realiza típicamente en procesos discontinuos. Por ejemplo, se sabe que un dispositivo tiene un depósito, en el que puede rellenarse leche. Una pieza giratoria en el depósito, por ejemplo, una batidora provista en la superficie inferior del depósito, provoca la formación de espuma de la leche. Dicho dispositivo para producir espuma de leche, sin embargo, únicamente puede producir una cantidad predeterminada de espuma de leche al mismo tiempo, es decir,
- 15 en un proceso discontinuo. Después, debe vaciarse el depósito, preferentemente limpiarse, y volver a rellenarse con leche antes de que pueda iniciarse el siguiente proceso discontinuo. Además, dicho dispositivo no puede ser implementado en la línea de ruta de flujo de fluido y, por tanto, por ejemplo, en un dispositivo para producir o proporcionar leche u otras bebidas.
- 20 También, el estado de la técnica incluye dispositivos que inyectan vapor caliente en la leche que se rellena en un depósito, para provocar la formación de espuma. Sin embargo, dichos dispositivos no pueden utilizarse en línea de una ruta de flujo de fluido de, por ejemplo, un dispositivo productor de bebidas. Además, el estado de la técnica también incluye un dispositivo para producir espuma de leche según se desvela en la Patente DE 197 19 784 C1 que comprende un elemento giratorio dispuesto dentro de un cilindro, una entrada de fluido que distribuye fluido al cilindro,
- 25 dicho dispositivo para producir espuma de leche en el que un circuito de suministro de leche suministra leche a la entrada de fluido y un circuito de suministro de aire que suministra aire a la misma entrada de fluido, siendo independientes los circuitos de suministro de leche y de aire uno del otro.
- 30 Para los dispositivos del estado de la técnica mencionados anteriormente, los factores que influyen en la formación de espuma de la leche son, por ejemplo, la geometría de la pieza giratoria, como la batidora, o la temperatura y/o presión del vapor que se inyecta en la leche. Estos factores son difíciles de comprender y no son fáciles de controlar con precisión sin construir dispositivos más complicados. Por lo tanto, la espuma de leche de muchos dispositivos formadores de espuma del estado de la técnica habitualmente se produce de manera poco fiable, es decir, las propiedades de la espuma como el volumen, nivel de espumación, estabilidad de la espuma, etc..., difieren de un
- 35 proceso discontinuo a otro.
- La meta de la presente invención es superar las desventajas mencionadas anteriormente y mejorar el estado de la técnica. En particular, la presente invención tiene el objeto de proporcionar un dispositivo para espumar un fluido, preferentemente para producir espuma de leche, que pueda implementarse en línea de una ruta de flujo de fluido.
- 40 Además, la presente invención desea proporcionar un dispositivo con el que pueda producirse la espuma de manera más fiable y de forma consistente. Por lo tanto, los factores que influyen en el efecto de formación de espuma deberían hacerse más comprensibles y más fáciles de controlar con precisión. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo simple y robusto que tenga una larga vida útil.
- 45 A continuación, se da la descripción de la presente invención con vistas a la formación de espuma de leche. Sin embargo, la invención no se limita a la leche como fluido, sino que también puede aplicarse a otros fluidos, por ejemplo, chocolate o café. En consecuencia, mediante la presente invención también pueden conseguirse otras espumas distintas de la espuma de leche.
- 50 Para la formación de espuma de leche, deben proporcionarse de alguna manera tanto leche como aire, según se muestra en la figura 1. Opcionalmente, la leche y/o el aire pueden calentarse. Además, debe proporcionarse alguna clase de energía formadora de espuma a la leche y al aire, para producir la espuma de leche. La presente invención se basa en la idea de que los suministros de aire y leche se controlen por separado y de que la energía formadora de espuma se proporcione en forma de una alta energía de cizalladura. La alta energía de cizalladura se consigue
- 55 diseñando el dispositivo de modo que se haga pasar una mezcla de leche y aire al menos parcialmente por un flujo de Couette a través del dispositivo.
- El flujo de Couette se refiere a un flujo laminar de un fluido viscoso en un espacio entre dos placas paralelas. El principio básico del flujo de Couette se muestra en la figura 2. En la figura 2, una placa de límite bidimensional móvil se mueve con una cierta velocidad u con respecto a una placa de límite bidimensional estacionaria. Entre las dos placas límite hay presente un fluido. El movimiento de la placa de límite móvil hace que el fluido se mueva. Las dos condiciones límite definen el movimiento del fluido. Directamente en la placa de límite estacionario, el fluido no se mueve en absoluto, debido a las fuerzas de fricción en la placa de límite estacionario. Por lo tanto, la velocidad u es cero. Directamente en la placa de límite móvil, la fricción hace que el fluido se mueva con la velocidad u de la placa de límite móvil.
- 60 En un modelo simple, la velocidad u del fluido aumenta linealmente en una dirección y se mide desde la placa de límite

estacionario. De este modo, se provoca un esfuerzo cortante τ en el fluido, que depende de la distancia entre las dos placas límite, la viscosidad del fluido y la velocidad absoluta de la placa de límite móvil. El esfuerzo cortante en el fluido da como resultado una energía de cizalladura, que puede utilizarse como energía formadora de espuma. Los detalles se describirán mediante la presente invención.

La presente invención realiza el principio mencionado anteriormente con un dispositivo según las reivindicaciones independientes adjuntas. Las reivindicaciones independientes resuelven los problemas mencionados anteriormente del estado de la técnica. En las reivindicaciones dependientes adjuntas se desarrollan ventajas adicionales de la presente invención.

Como ya se ha mencionado, una característica clave de la presente invención es que la leche y el aire se proporcionan a través de dos circuitos de suministro separados, es decir, un circuito de suministro de leche y un circuito de suministro de aire.

Por tanto, las cantidades de aire y leche suministradas pueden controlarse por separado, lo que le permite controlar particularmente bien las propiedades de la espuma.

Según una realización preferida de la invención, el circuito de suministro de leche comprende un bucle de control de retroalimentación con un medidor de flujo y un regulador. Preferentemente, el circuito de suministro de aire comprende igualmente un bucle de control de retroalimentación con un medidor de flujo y un regulador, por ejemplo un regulador PID.

Dependiendo de las propiedades de la espuma deseadas (firmeza, consistencia, peso específico, etc.), puede seleccionarse una proporción diferente de leche y aire utilizada en el proceso de formación de espuma, de modo que puede producirse una amplia gama de recetas de espuma diferentes con el dispositivo. Típicamente, la proporción en volumen de leche a aire puede variar de 3:1 a 1:7. Los valores objetivo para diferentes caudales de leche y aire correspondientes a diferentes recetas pueden almacenarse en una unidad de control del dispositivo y utilizarse para regular el flujo consecuentemente dependiendo de la receta deseada.

Además, según una realización preferida de la invención, un dispositivo para producir espuma de leche comprende un cilindro exterior, un cilindro interior dispuesto concéntricamente dentro del cilindro exterior, una entrada de fluido y una salida de fluido, en la que el cilindro exterior y el cilindro interior son giratorios uno con respecto al otro, en donde se forma un hueco entre el cilindro exterior y el cilindro interior, y en donde el hueco conecta la entrada de fluido con la salida de fluido.

Por ejemplo, el cilindro exterior tiene una pared interior y el cilindro interior tiene una pared exterior, la pared interior y la pared exterior constituyen dos placas de límite paralelas, provocando el movimiento relativo del cilindro interior contra el cilindro exterior un flujo de Couette de un fluido en un espacio entre las dos placas paralelas.

Como alternativa, el dispositivo puede comprender una batidora giratoria o cualquier otro elemento giratorio en lugar del cilindro interior.

Las dos placas límite mostradas en la figura 2 están constituidas respectivamente por la pared exterior del cilindro interior y la pared interior del cilindro exterior. El movimiento de la placa de límite móvil con respecto a la placa de límite estacionario en la figura 2 está provocado por el movimiento relativo del cilindro interior con respecto al cilindro exterior. Los cilindros tienen un eje de giro común. La distancia entre las placas de límite en la figura 2 se define por la anchura del hueco, a través del cual fluye un fluido, preferentemente leche y aire, desde la entrada de fluido a la salida de fluido. Eso significa que la leche y aire se suministran preferentemente a la entrada de fluido del dispositivo. En consecuencia, siguiendo el principio descrito con respecto a la figura 2, la mezcla de leche y aire experimenta un alto esfuerzo cortante en el hueco.

El alto esfuerzo cortante conduce a una emulsión del aire y la leche. Tan pronto como la mezcla emulsionada de leche y aire sale del hueco, se expande. Debido a la expansión, se consigue un efecto de formación de espuma, puesto que el tamaño de las burbujas de aire dentro de la leche aumenta abruptamente. Por lo tanto, en términos generales, se utiliza una alta energía de cizalladura contenida en la mezcla de leche y aire para proporcionar la energía formadora de espuma, que es necesaria para producir la espuma de leche.

El dispositivo está diseñado de manera que puede colocarse en línea con una ruta de flujo de leche, puesto que la leche puede fluir en la entrada de fluido, a través del hueco y fuera de la salida de fluido. Por lo tanto, el dispositivo es adecuado para recibir continuamente leche desde un depósito y convertirla en espuma de leche.

Los factores que influyen en las propiedades de la espuma de leche son, por ejemplo, la anchura del hueco, la velocidad tangencial de los cilindros uno con respecto al otro, la superficie del cilindro y el tiempo durante el cual la leche se expone al esfuerzo cortante, es decir, el tiempo invertido en el dispositivo. Dichos parámetros son fáciles de comprender y pueden controlarse con precisión. Además, el dispositivo puede diseñarse de un modo bastante simple, pero todavía puede producir resultados muy fiables.

Preferentemente, una anchura del hueco, por ejemplo, en la dirección del radio del cilindro interior y el cilindro exterior está en el intervalo de 0,2 a 1,0 mm, incluso más preferentemente en un intervalo de 0,3 a 0,6 mm.

5 Como se ha indicado anteriormente, el esfuerzo cortante experimentado por la mezcla de leche y aire en el dispositivo depende en gran medida de la anchura del hueco que se forma entre las dos paredes del cilindro. Aquí, el diámetro del hueco se elige de modo que se consiga un esfuerzo cortante, que produzca un efecto de formación de espuma de leche óptimo. Eso significa, por ejemplo, que el efecto de formación de espuma conduce a que la espuma de leche tenga propiedades óptimas. Cuando se hace referencia a las propiedades de la espuma, la presente invención
10 entiende por ejemplo, un volumen deseado, buena estabilidad de la espuma y/o un nivel de espumación suficiente. La estabilidad se define por la cantidad de tiempo que la espuma de leche es estable, es decir, mantiene sustancialmente su volumen. El nivel de espumación se define por una proporción del volumen de la leche rellenada en la entrada de fluido con respecto al volumen de la espuma de leche dispensada fuera de la salida de fluido.

15 Preferentemente, la salida de fluido tiene un diámetro que es mayor que la anchura del hueco, preferentemente en un intervalo de 2 a 10 mm.

El ensanche de la salida de fluido comparado con el ancho del hueco conduce a la expansión de la emulsión de leche y aire producida por el alto esfuerzo cortante resultante del giro relativo de los dos cilindros. La expansión aumenta el
20 tamaño de las burbujas de aire dentro de la mezcla de leche y aire y, por tanto, causa un efecto de formación de espuma. El diámetro preferido de la salida de fluido causa una expansión que consigue espuma de leche con propiedades óptimas.

Para la realización que utiliza un cilindro giratorio, el cilindro interior puede comprender una primera parte que tiene un diámetro mayor y una segunda parte que tiene un diámetro menor, formándose el hueco entre la primera parte del cilindro interior y el cilindro exterior, y formándose una cámara entre la segunda parte del cilindro interior y el cilindro exterior.
25

La separación entre los dos cilindros crea una primera zona (en este caso el hueco) entre los dos cilindros, donde la mezcla de leche y aire experimenta un mayor esfuerzo cortante, y una segunda zona (en este caso la cámara) entre los dos cilindros, donde la mezcla de leche y aire experimenta un menor esfuerzo cortante. La zona de alto esfuerzo cortante se utiliza para la emulsificación de la mezcla de leche y aire, mientras que la zona de bajo esfuerzo cortante se utiliza para la expansión de la emulsión. De este modo, el efecto de formación de espuma puede generarse entre los dos cilindros concéntricos. Si además la salida de fluido tiene un diámetro incluso mayor que la cámara entre los dos cilindros, pueden suceder una expansión y un efecto de formación de espuma adicionales. El dispositivo podría diseñarse incluso de tal manera o podrían proporcionarse medios en el dispositivo para que el diámetro de la cámara fuera ajustable. Por tanto, el efecto de formación de espuma y las propiedades de la espuma de leche pueden controlarse y ajustarse.
30
35

Preferentemente, para la realización que utiliza un cilindro giratorio en lugar de una batidora u otro elemento giratorio, la cámara tiene una anchura en la dirección del radio del cilindro interior y el cilindro exterior en un intervalo de 2 a 10 mm.
40

Con los valores preferidos para la anchura de la cámara pueden conseguirse las propiedades óptimas de la espuma dentro del dispositivo.
45

Preferentemente, el dispositivo comprende además un motor para girar el elemento giratorio con respecto al cilindro exterior.

50 Preferentemente, el motor está adaptado para hacer girar el cilindro interior con una velocidad de giro en un intervalo de 4000 a 8000 rpm con respecto al cilindro exterior.

El esfuerzo cortante entre el elemento giratorio y las paredes circundantes depende de la velocidad de movimiento, es decir, la velocidad relativa de giro. Se han descubierto los valores preferidos para la velocidad de giro para producir el mejor efecto de formación de espuma. Eso significa que la espuma de leche generada tiene las propiedades óptimas.
55

Preferentemente, el motor comprende un árbol provisto de una parte de cabeza que comprende al menos un primer imán, el elemento giratorio comprende al menos un segundo imán, y el al menos un primer imán y el al menos un segundo imán están adaptados para transferir sin contacto un giro del árbol del motor sobre el elemento giratorio, es decir, por ejemplo, un cilindro interior o una batidora.
60

Debido al hecho de que el elemento giratorio se acciona magnéticamente, no es necesario que el árbol esté conectado mecánicamente a, o insertado, en el cilindro interior. Por lo tanto, habrá menos fricción en el dispositivo, puesto que no existe ninguna fricción entre el árbol y una guía a o en el elemento giratorio para hacer girar el dispositivo. Menos fricción da como resultado un menor consumo de energía y una mayor vida útil del dispositivo.
65

Preferentemente, el dispositivo comprende además un elemento de separación impermeable al agua dispuesto entre el motor y el elemento giratorio.

La separación impermeable al agua del elemento de giro y el motor es posible debido al acoplamiento magnético que transfiere el giro del árbol sobre el elemento giratorio. Se elimina más o menos el riesgo de que entre leche desde el hueco en la parte del dispositivo, en la que el motor está alojado. Por tanto, el motor requiere menos limpieza, puesto que no se contamina con leche, y también tiene una vida útil estimada más larga. Preferentemente, el elemento de separación está hecho de metal o plástico. El elemento de separación puede ser parte de un alojamiento del dispositivo.

Preferentemente, un diámetro del cilindro exterior o alojamiento está en un intervalo de 25 a 35 mm, preferentemente aproximadamente 30 mm.

Para la realización que utiliza un cilindro giratorio interior, el volumen total del hueco definido entre los dos cilindros, que no depende únicamente de la anchura del hueco sino también de los diámetros absolutos de los dos cilindros, produce la cantidad deseada de espuma de leche por tiempo, cuando se opera el dispositivo. De un modo similar, cuando se utiliza una batidora como elemento de giro, es crucial el volumen del hueco formado por encima, por debajo y alrededor de la batidora.

Preferentemente, el dispositivo comprende además 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 el aire proporcionado mediante la entrada de fluido en el hueco puede potenciar el efecto de formación de espuma debido a una energía disponible adicional y/o la desnaturalización de la proteína. Además, típicamente se desea espuma de leche caliente para preparar bebidas como un capuchino o similares. El calentador está preferentemente integrado dentro del alojamiento, es decir, el cilindro exterior.

La invención también se refiere a un procedimiento para producir espuma de leche en un dispositivo como se ha descrito anteriormente. El procedimiento comprende suministrar leche a la entrada de fluido mediante el circuito de suministro de leche y suministrar aire a la entrada de fluido mediante un circuito de suministro de aire que es independiente del circuito de suministro de leche.

Otro aspecto de la invención se refiere a la utilización de leche como leche que va a espumarse por un dispositivo como se ha descrito anteriormente.

A continuación, la presente invención se describe con mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra esquemáticamente un principio básico para producir espuma de leche.

Las figuras 2a y 2b muestra esquemáticamente un principio básico de flujo de Couette para generar esfuerzo cortante.

La figura 3 muestra una vista esquemática de un dispositivo para producir espuma de leche según una primera realización de la presente invención.

La figura 4 muestra una sección transversal de un dispositivo para producir espuma de leche según una primera realización de la presente invención.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva del dispositivo para producir espuma de leche de la figura 4.

La figura 6 muestra una vista esquemática de un dispositivo para producir espuma de leche según una segunda realización de la presente invención.

La figura 7 muestra una sección transversal de un dispositivo para producir espuma de leche según una tercera realización de la presente invención.

La figura 8 muestra un esquema de un dispositivo para producir espuma de leche según la presente invención que incluye circuitos de suministro de leche y de aire.

Aunque los circuitos de suministro de leche y de aire son parte del dispositivo según la invención, no se muestran en las figuras 3 a 7 por razones de simplicidad.

La figura 3 muestra esquemáticamente un dispositivo 1 para producir espuma de leche según una primera realización de la presente invención. El dispositivo 1 comprende un cilindro exterior 2, que está al menos parcialmente hueco, en el que el hueco define un diámetro interno o del cilindro exterior 2. Dentro del cilindro exterior 2, es decir, dentro del hueco, hay dispuesto un cilindro interior 3 concéntricamente con el cilindro exterior 2. El cilindro interior 3 tiene un

diámetro exterior i. El cilindro exterior 2 y el cilindro interior 3 son giratorios entre sí alrededor de un eje de giro común. Para este fin, preferentemente el cilindro interior 3 puede girar alrededor del eje de rotación, que se indica en la figura 3 mediante la línea discontinua, es decir, el cilindro interior 3 es un rotador. El cilindro exterior 2 es preferentemente fijo, es decir, el cilindro exterior 2 es preferentemente un estátor. El cilindro exterior puede, por ejemplo, mantenerse fijo en un dispositivo productor de bebidas, que incluye el dispositivo para producir espuma de leche de la presente invención. Como alternativa, el cilindro exterior 2 puede ser un alojamiento del dispositivo 1 de la presente invención, que puede mantenerse fijo por su propio peso o el peso del dispositivo 1 cuando, por ejemplo, está de pie sobre una superficie. Sin embargo, son posibles otras soluciones, por ejemplo, que el cilindro exterior 2 se haga girar con respecto a un cilindro interior 3 fijo o que ambos cilindros 2 y 3 se han girar 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 modo que se forma un hueco 6 entre los cilindros, que tiene una anchura w que se define por la diferencia de los diámetros respectivos de los cilindros (es decir, $w = o-i/2$). El hueco 6 conecta una entrada de fluido 4 del dispositivo 1 con una salida de fluido 5 del dispositivo 1 de manera que un fluido, por ejemplo, leche proporcionada junto con aire, puede pasar a través del dispositivo 1. Eso significa que en el uso del dispositivo 1, se hacen entrar preferentemente leche y aire en la entrada de fluido 4, después la mezcla fluye a través del hueco 6 a lo largo de la dirección de extensión de los dos cilindros 2 y 3 (es decir, la altura de los cilindros), y finalmente sale del dispositivo 1 a través de la salida de fluido 5.

Puesto que el cilindro interior 3 se hace girar con respecto al cilindro exterior 2, mientras la mezcla de leche y aire fluye a lo largo del hueco 6, la mezcla experimenta un alto esfuerzo cortante según los principios del flujo de Couette explicados anteriormente. El alto esfuerzo cortante produce una emulsión de la leche y el aire. Después de que la emulsión fluya fuera del hueco 6 y del dispositivo 1 a través de la salida de fluido 5, la emulsión se expande y de este modo se espuma, debido a que las burbujas de aire dentro de la leche se expanden abruptamente. Preferentemente, la anchura w del hueco 6, según se mide en la dirección del radio del cilindro interior 3 y el cilindro exterior 2, respectivamente, está en un intervalo de 0,1 a 1 mm, más preferentemente de 0,2 a 0,6 mm, lo más preferentemente de 0,3 a 0,5 mm. Con dicho hueco, se consiguen las mejores propiedades de espuma para espuma de leche.

El cilindro interior 3 puede ser sólido o hueco. El cilindro interior 3 puede incluir un calentador 15, que está adaptado para calentar la leche y el aire que fluyen a través del hueco 6. Como alternativa, el calentador puede estar dispuesto en el cilindro exterior y por tanto calienta la leche y el aire que fluyen a través del hueco 6 desde el exterior. El calentador 15 puede proporcionarse con electricidad o puede incluir partes que se mueven debido al giro del cilindro giratorio, y están diseñadas para convertir el movimiento en calor.

La figura 4 muestra el dispositivo 1 de la figura 3 en una vista de sección transversal. El cilindro interior 3 está ubicado dentro del cilindro exterior 2, y el hueco 6 se forma entre los cilindros 2 y 3, a través del cual puede pasar la mezcla de leche y aire y salir en la salida de fluido 5. La salida de fluido 5 tiene preferentemente un diámetro interno d que es sustancialmente más grande que la anchura w del hueco 6. Preferentemente, el diámetro d está en un intervalo de 1 a 20 mm, más preferentemente de 2 a 10 mm, lo más preferentemente de 5 a 10 mm. Una proporción entre la anchura del hueco 6 con respecto al diámetro d de la salida de fluido está preferentemente entre 1:1 y 1:200, más preferentemente entre 1:3 y 1:50, lo más preferentemente entre 1:5 y 1:30. Debido a la expansión de la mezcla de leche y aire que fluye fuera del hueco 6 en la salida de fluido 5, las burbujas de aire dentro de la leche aumentan de tamaño, mediante lo cual se provoca una formación de espuma de la leche. Por lo tanto, el dispositivo 1 puede proporcionar leche desde su salida de fluido 5.

La figura 4 también muestra que el dispositivo 1 comprende un motor 8, que está adaptado para provocar el giro del cilindro interior 3 con respecto al cilindro exterior 2. El motor 8 se proporciona preferentemente por separado de los dos cilindros 2 y 3, por ejemplo, en una cámara separada del dispositivo 1 o al menos con una separación 13, por ejemplo, una placa, entre el motor 8 y los cilindros 2 y 3. La separación 13 es preferentemente impermeable al agua, de modo que la leche no puede entrar en la parte 1 del dispositivo, en la que está alojado el motor 8. El motor 8 tiene preferentemente un árbol 9, que se hace girar. El árbol 9 se proporciona preferentemente con una parte de cabeza 10, que es más ancha que el árbol 9 e incluye al menos un primer imán 11. La separación 13 entre el motor 8 y el cilindro interior 3 comprende preferentemente una parte que sobresale 13a, en la que se forma un rebaje 13b para recibir la parte de cabeza 10 del motor 8. La parte que sobresale 13a de la separación 13 es recibida preferentemente por un rebaje en la superficie superior del cilindro interior 3. El cilindro interior 3 se proporciona preferentemente con al menos un segundo imán 12 dispuesto cerca de su superficie superior, que está configurado y situado de manera que interactúa magnéticamente con el al menos un primer imán 11 dispuesto en la parte de cabeza 10 del motor 8.

Cuando el árbol 9 puede ser girado por el motor 8, el al menos un primer imán 11 también se gira y transfiere su giro a través del acoplamiento magnético sobre el al menos un segundo imán 12 del cilindro interior 3. Por tanto, se provoca el giro del cilindro interior 3 con respecto al cilindro exterior 2.

Preferentemente, la velocidad relativa de giro de los dos cilindros 2, 3 entre sí está en un intervalo de 1000 a 15000 rpm, más preferentemente 2000 y 10000 rpm, lo más preferentemente 4000 y 8000 rpm. Con la velocidad de giro preferida se consigue la mejor emulsificación de la mezcla de aire y leche en el hueco 6, y las mejores propiedades de formación de espuma de la espuma de leche se obtienen después de la expansión. Debido a la transferencia sin

contacto del giro del árbol del motor 9 a un giro de preferentemente el cilindro interior 3, la parte del dispositivo 1, que incluye el motor 8, puede separarse de la parte del dispositivo 1, que incluye los dos cilindros 2, 3. Esta separación evita que la leche entre en la parte del dispositivo 1, que incluye el motor 8. La leche podría dañar las partes eléctricas o mecánicas del motor 8. Por lo tanto, desacoplando las dos partes del dispositivo 1, se consigue una vida útil más larga. Además, las partes del motor 8 no se contaminan con leche, y por lo tanto no es necesario limpiarlas muy a menudo.

La figura 5 muestra el dispositivo 1 de las figuras 3 y 4 en una vista en perspectiva. El dispositivo 1 comprende dos partes, una parte superior 1a que incluye el motor 8 y una parte inferior 1b que incluye los dos cilindros 2 y 3. Las dos partes 1a y 1b del dispositivo 1 preferentemente se acoplan entre sí mediante dos rebordes 14a y 14b, y se fijan con tornillos 15 como se muestra en la figura 5. Un reborde superior 14a puede estar diseñado para soportar el motor 8 del dispositivo 1, y un reborde inferior 14b puede estar diseñado para soportar los cilindros 2 y 3 del dispositivo 1. El reborde superior 14a también puede producirse de forma integral con un alojamiento del motor 8, y el reborde inferior 14b puede producirse de forma integral con el cilindro exterior 2. Al menos el reborde inferior 14b actúa como la separación 13 del motor 8 y los cilindros, como puede extraerse de la figura 4. La entrada de fluido 4 está dispuesta preferentemente sobre una superficie lateral exterior del cilindro exterior 2, y puede producirse de manera integral con el cilindro exterior 2. Lo mismo es verdad para la salida de fluido 5, que está dispuesta preferentemente en una superficie inferior exterior del cilindro exterior 2, y está producida preferentemente de manera integral con el cilindro exterior 2.

Tanto la entrada de fluido 4 como la salida de fluido 5 están preferentemente diseñadas para acoplar dos líneas de fluido que proceden de un circuito de suministro de leche y un circuito de suministro de aire, tales como tubos. Después, el dispositivo 1 puede, por ejemplo, integrarse en un dispositivo productor de bebidas que tenga, por ejemplo, bombas para proporcionar leche y aire a la entrada de fluido 4. Como alternativa, el dispositivo 1 puede estar el mismo provisto de un mecanismo para que un giro relativo de los cilindros 2 y 3 haga que se succionen leche y aire en la entrada de fluido 4, por ejemplo, por medio de un tubo que conduce a un depósito de leche externo. A través de la salida de fluido 5, puede proporcionarse directamente la espuma de leche, o puede proporcionarse por medio de un tubo a un dispensador. El dispositivo 1 de la presente invención puede por tanto proporcionar espuma de leche en línea de una ruta de flujo de la leche y puede, por ejemplo, ser parte de un dispositivo productor de bebidas, por ejemplo, una máquina de café.

La figura 6 muestra una sección transversal de una realización 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 que es mayor que un diámetro a de la segunda parte 3b. En particular, un diámetro i de la primera parte 3a se elige preferentemente de manera que se forme un hueco 6 de una anchura w en un intervalo de 0,1 a 1 mm, más preferentemente de 0,2 a 0,6 mm, lo más preferentemente de 0,3 a 0,5 mm, entre una primera parte 3a y el cilindro exterior 2. El diámetro s de la segunda parte 3b del cilindro interior 3 está diseñado preferentemente de modo que se forme una cámara 7 entre la segunda parte 3b y el cilindro exterior 2, en la que la cámara 7 tiene preferentemente una anchura medida en la dirección del radio del cilindro interior 3 que es mayor que la anchura w del hueco 6, preferentemente en un intervalo de 1 a 20 mm, más preferentemente de 2 a 10 mm. El diámetro o del cilindro exterior 2 es preferentemente de 20 a 40 mm, más preferentemente 30 mm como en la primera realización de la presente invención. Por lo tanto, el diámetro s de la segunda parte 3b está del modo más preferentemente en un intervalo de 20 a 28 mm, y el diámetro i de la primera parte 3a está del modo más preferente en un intervalo de 27,5 a 27,7 mm como en la primera realización.

La leche y el aire proporcionados a la entrada de fluido 4 para que fluyan a través del hueco 6 se emulsionan debido a los altos esfuerzos cortantes que se experimentan en el hueco estrecho 6 entre el cilindro interior 3 y el cilindro exterior 2, cuando el cilindro interior 3 se hace girar con respecto al cilindro exterior 2. Cuando la mezcla de leche y aire emulsionada fluye fuera del hueco 6 en la cámara 7, se expande y, en consecuencia, se espuma. Debido a la expansión, la espuma se expulsa por la salida de fluido 5. Si la salida de fluido 5 tiene un diámetro incluso más grande que la cámara 7, la leche se espuma aún más.

La figura 7 muestra una vista en sección transversal de otra realización más de un dispositivo 1' según la presente invención.

El dispositivo 1' comprende un cilindro exterior 2' que forma un alojamiento, que está al menos parcialmente hueco. En una parte superior 1a' del cilindro exterior 2', se forma un compartimento hueco, y se dispone en el mismo una batidora giratoria 3' concéntricamente con el cilindro exterior 2'. La batidora 3' tiene una forma similar a un disco con un diámetro exterior que es más pequeño que el diámetro interior del cilindro exterior 2', de modo que se forma un hueco 6' por encima, por debajo y alrededor de la batidora 3'. Como ya se ha explicado para las realizaciones anteriores de la invención, el hueco 6' conecta una entrada de fluido 4' del dispositivo 1' con una salida de fluido 5' del dispositivo 1' de tal modo que un fluido, por ejemplo, leche proporcionada junto con aire, puede pasar a través del dispositivo 1'. La entrada de fluido 4 está conectada a un circuito de suministro de aire y leche, ninguno mostrado en la figura 7. Se sitúa un divisor de fluidos 40 más hacia adentro de la entrada 4' de modo que la leche y el aire que entran en el dispositivo 1' se distribuyen incluso más uniformemente alrededor de la batidora 3'.

Debido a que la batidora interior 3' se hace girar con respecto al cilindro exterior 2' con únicamente un hueco estrecho 6' alrededor de la batidora 3', mientras la mezcla de leche y aire fluye a lo largo del hueco 6', la mezcla experimenta un alto esfuerzo cortante según los principios del flujo de Couette explicados anteriormente. El alto esfuerzo cortante produce una emulsión de la leche y el aire. Después de que la emulsión fluya fuera del hueco 6' y del dispositivo 1' a través de la salida de fluido 5', la emulsión se expande en la salida de fluido 5'. La salida de fluido 5' está dispuesta radialmente hacia afuera de la batidora 3' y tiene un diámetro interno que es mayor que la anchura del hueco 6', por lo que las burbujas de aire en la espuma de leche pueden expandirse en la misma. Preferentemente, la anchura w del hueco 6' está en un intervalo de 0,1 a 1 mm, más preferentemente de 0,2 a 0,6 mm, lo más preferentemente de 0,3 a 0,5 mm. Con dicho hueco se consiguen las mejores propiedades de espuma para espuma de leche.

De un modo similar al explicado para las realizaciones anteriores, el dispositivo puede incluir un calentador que no se muestra en la figura 7.

También para esta realización, el dispositivo 1' comprende un motor 8', que está adaptado para provocar el giro de la batidora 3' con respecto al cilindro exterior 2'. La batidora 3' gira alrededor de una bola de guía 42 que forma su eje de rotación. El motor 8' se proporciona en una cámara separada del dispositivo 1' con una separación 13', por ejemplo, una placa, entre el motor 8' y el compartimento que contiene la batidora 3' y el hueco 6' a través del cual fluye la leche y el aire. La separación 13' es preferentemente impermeable al agua, de modo que la leche no puede entrar en la parte del dispositivo 1', en la que está ubicado el motor 8'. El motor 8' tiene un árbol 9', que se hace girar. El árbol 9' está provisto de una parte de cabeza 10', que es más ancha que el árbol 9', e incluye al menos un primer imán 11'. La batidora 3' está igualmente provista de al menos un segundo imán 12' dispuesto cerca de su superficie inferior, que está configurado y situado de manera que interactúe magnéticamente con el al menos un primer imán 11' dispuesto en la parte de cabeza 10' del motor 8'.

Cuando se hace girar el árbol 9' por medio del motor 8', el al menos un primer imán 11' también se gira y transfiere su rotación a través del acoplamiento magnético sobre el al menos un segundo imán 12' de la batidora 3', provocando de este modo un giro de la batidora 3'.

Preferentemente, todas las realizaciones de la presente invención están diseñadas de modo que se alcance un valor del esfuerzo cortante para la leche en el hueco 6 que esté en un intervalo de 20 a 80 Pa, más preferentemente, de 30 a 60 Pa, lo más preferentemente de 40 a 50 Pa, al asumir la ley de la viscosidad de Newton. Los resultados en términos de la calidad de la espuma de leche no dependen únicamente del esfuerzo cortante instantáneo, sino también del tiempo durante el cual se aplica este esfuerzo cortante. Un valor típico es de 0,2 s a un esfuerzo cortante de 40 a 50 Pa, pero también se obtienen buenos resultados con tiempos más largos. Los valores de esfuerzo cortante preferidos pueden conseguirse mediante un hueco que tenga una anchura w de preferentemente de 0,1 a 1 mm, más preferentemente de 0,2 a 0,6 mm, lo más preferentemente de 0,3 a 0,5 mm, una velocidad de giro de preferentemente entre 1000 y 15000 rpm, más preferentemente entre 2000 y 10000 rpm, lo más preferentemente entre 4000 y 8000 rpm, un diámetro interno ϕ del cilindro exterior 2 de preferentemente 20 a 40 mm, más preferentemente 30, y utilizando leche que esté a temperatura ambiente (20 °C). Se asume que la leche a temperatura ambiente tiene una viscosidad de $\mu = 2 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ y se asume que es un fluido newtoniano.

La figura 8 muestra esquemáticamente el dispositivo 1 o 1' según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente con un circuito de suministro de leche 88 y un circuito de suministro de aire 89. Estos circuitos 88, 89 son parte del dispositivo general, pero se han omitido en las figuras 3 a 7 por motivos de simplicidad.

El circuito de suministro de leche 88 comprende un tanque de leche 80 desde el cual se bombea leche hacia la entrada 4, 4' del dispositivo 1 utilizando una bomba de aire 83. La bomba de aire 83 simplemente empuja aire en el interior del tanque de leche 80, de modo que se expulsa leche del tanque 80 hacia la entrada 4 del dispositivo 1. Un caudalímetro 81 y un regulador 82, por ejemplo un regulador PID, forman un bucle de retroalimentación. El caudal de leche caudal se compara con un valor objetivo y se ajusta la bomba, típicamente ajustando un voltaje aplicado a la bomba, si el valor medido no se corresponde con el valor objetivo. De la misma manera, se controla el suministro de aire mediante otro regulador 85 que utiliza valores proporcionados por un caudalímetro 84 y que regula otra bomba de aire 86.

Controlando la cantidad de aire y leche suministradas, y suministrándolas a través de dos tubos diferentes e independientes que únicamente se juntan en la entrada de una cámara de mezclado, uno puede controlar las propiedades de la espuma particularmente bien.

Dependiendo de las propiedades de la espuma deseadas (firmeza, consistencia, peso específico, etc.), puede elegirse una proporción diferente de leche y aire, de modo que puede producirse una gama más amplia de recetas de espuma diferentes con el dispositivo. Típicamente, la proporción en volumen de leche a aire puede variar de 3:1 a 1:7. Los valores objetivo para diferentes caudales de leche y aire correspondientes a diferentes recetas pueden almacenarse en una unidad de control del dispositivo y utilizarse para regular el flujo consecuentemente dependiendo de la receta deseada.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para producir espuma de leche que comprende un cilindro exterior (2),
un elemento giratorio (3, 3') dispuesto dentro del cilindro exterior (2),
5 una entrada de fluido (4) y una salida de fluido (5), en el que el elemento giratorio (3, 3') puede girarse con respecto al cilindro exterior (2), en el que se forma un hueco (6) entre el cilindro exterior (2) y el elemento giratorio (3, 3'),
conectando dicho hueco (6) la entrada de fluido (4) con la salida de fluido (5), y
en el que el dispositivo comprende además a circuito de suministro de leche (88) que suministra leche a la entrada de
10 fluido y un circuito de suministro de aire (89) que suministra aire a la entrada de fluido, siendo independientes entre sí los circuitos de suministro de leche y de aire (88, 89);
en el que el dispositivo (1) comprende además una bomba de aire (83) para bombear leche hacia la entrada de fluido (4); caracterizado por que el circuito de suministro de leche (88) comprende un bucle de control de retroalimentación
con un caudalímetro (81) y un regulador (82), que comprende además un motor (8, 8') para hacer girar el elemento
giratorio (3, 3') con respecto al cilindro exterior (2), estando adaptado el motor (8, 8') para girar el elemento giratorio
15 (3, 3') con una velocidad de giro en un intervalo de 4000 a 8000 rpm con respecto al cilindro exterior (2), comprendiendo el motor (8, 8') un árbol (9) provisto de una parte de cabeza (10, 10') que comprende al menos un primer imán (11, 11'),
comprendiendo el elemento giratorio (3, 3') al menos un segundo imán (12, 12'), y además caracterizado por que el al menos un primer imán (11, 11') y el al menos un segundo imán (12, 12') están adaptados para transferir sin
20 contacto un giro del árbol del motor (9, 9') sobre el elemento giratorio (3, 3'),
y además caracterizado por que el dispositivo (1) comprende además un elemento de separación impermeable al agua (13, 13'), dispuesto entre el motor (8, 8') y el elemento giratorio (3, 3'), y un calentador (14) para calentar el líquido
que fluye desde la entrada de fluido (4) a la salida de fluido (5).
- 25 2. Dispositivo (1) para producir espuma de leche, según la reivindicación 1, en el que el circuito de suministro de aire (89) comprende un bucle de control de retroalimentación con un caudalímetro (84), una bomba de aire (86) y un regulador (85).
3. Dispositivo (1) para producir espuma de leche, según la reivindicación 1 o 2, en el que un caudal de aire y un caudal de leche se controlan de manera que correspondan a valores objetivo almacenados en una memoria del dispositivo y
30 que están asociados con recetas específicas.
4. Dispositivo (1) para producir espuma de leche, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento giratorio es un cilindro interior (3) dispuesto concéntricamente dentro el cilindro exterior (2).
- 35 5. Dispositivo (1) para producir espuma de leche según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento giratorio es una batidora (3') dispuesta dentro del cilindro exterior (2).
6. Dispositivo (1) para producir espuma de leche según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una distancia entre el elemento giratorio (3') y el cilindro exterior (3) está en un intervalo de 2 a 10 mm.
- 40 7. Dispositivo (1) para producir espuma de leche según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un diámetro (o) del cilindro exterior está en un intervalo de 25 a 35 mm, preferentemente aproximadamente 30 mm.

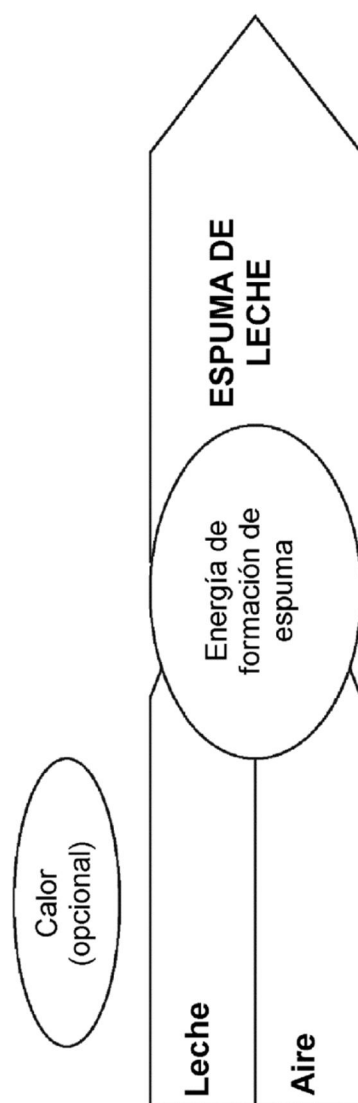


Fig. 1

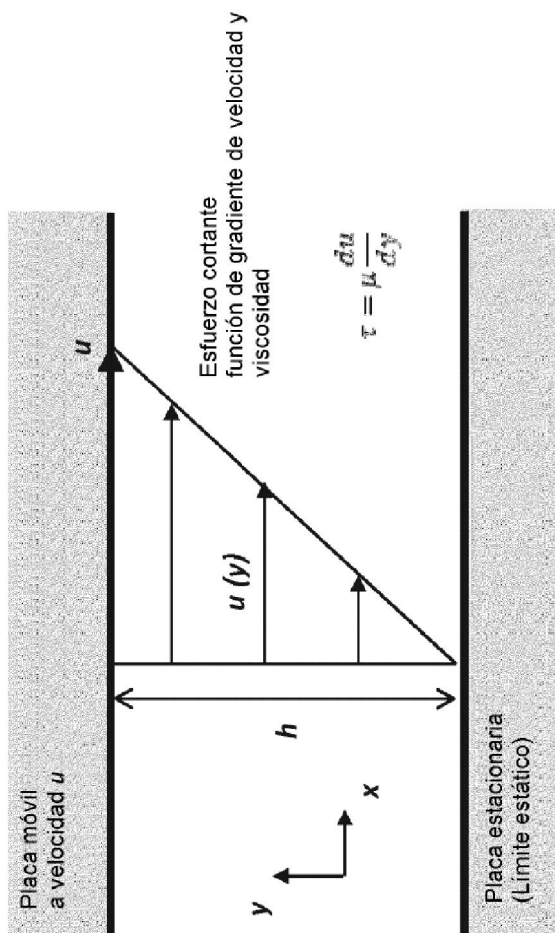


Fig. 2a

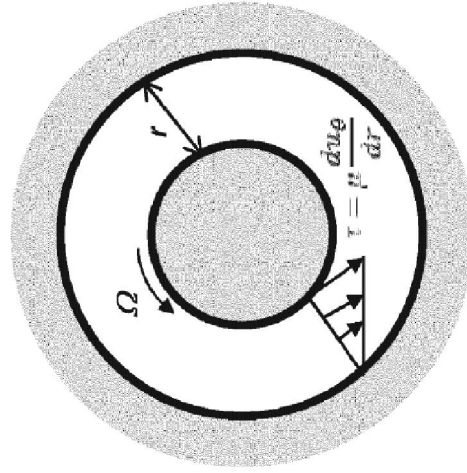
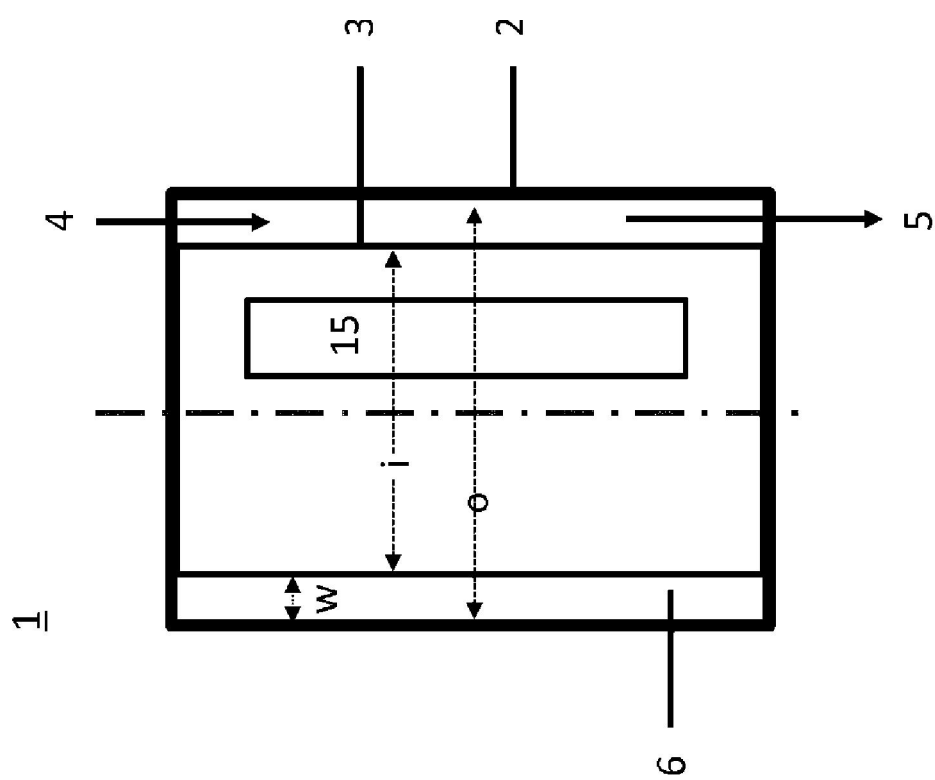


Fig. 2b



File 3

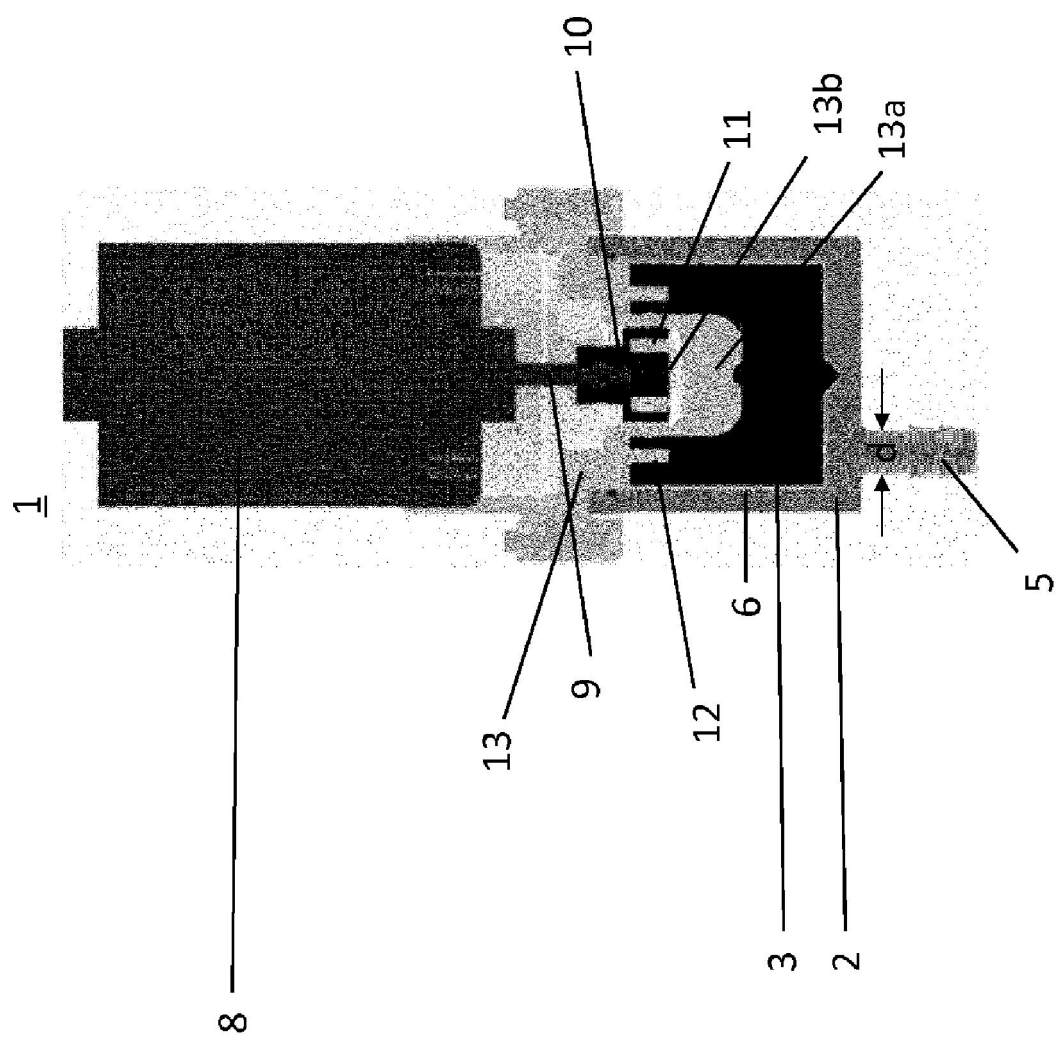
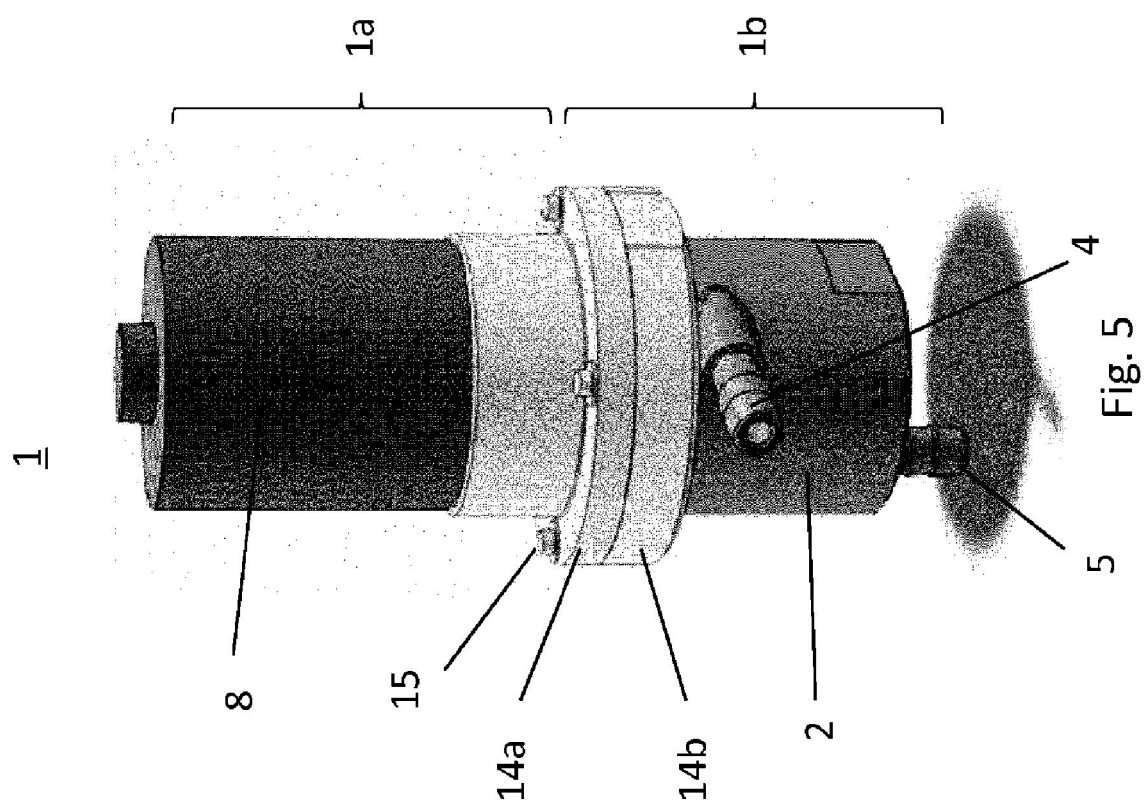


Fig. 4



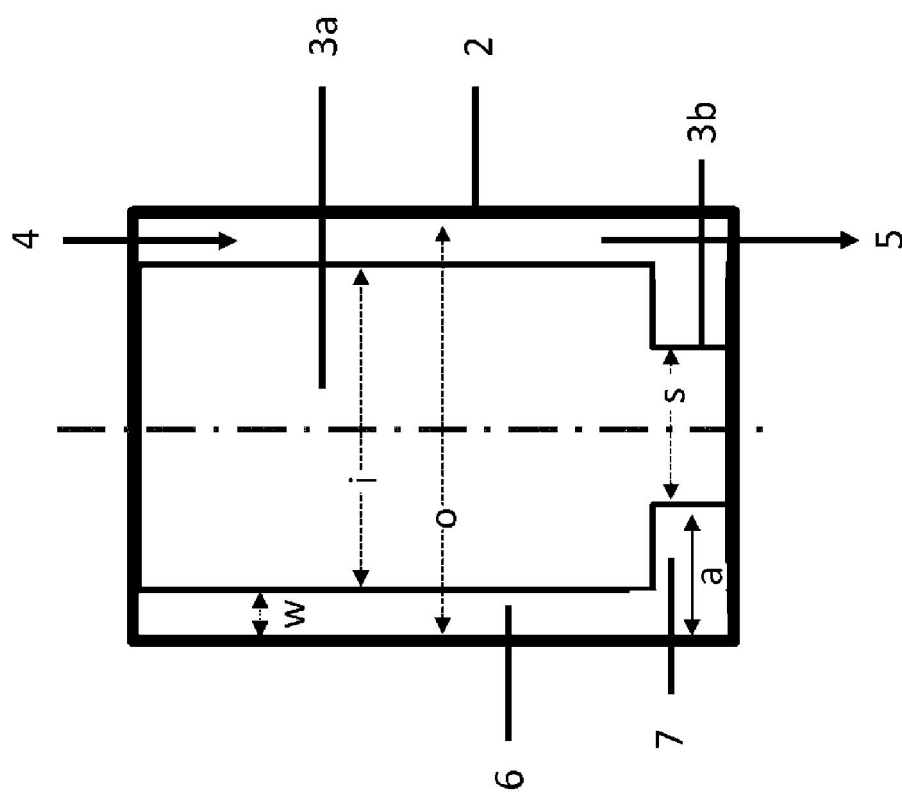


Fig. 6

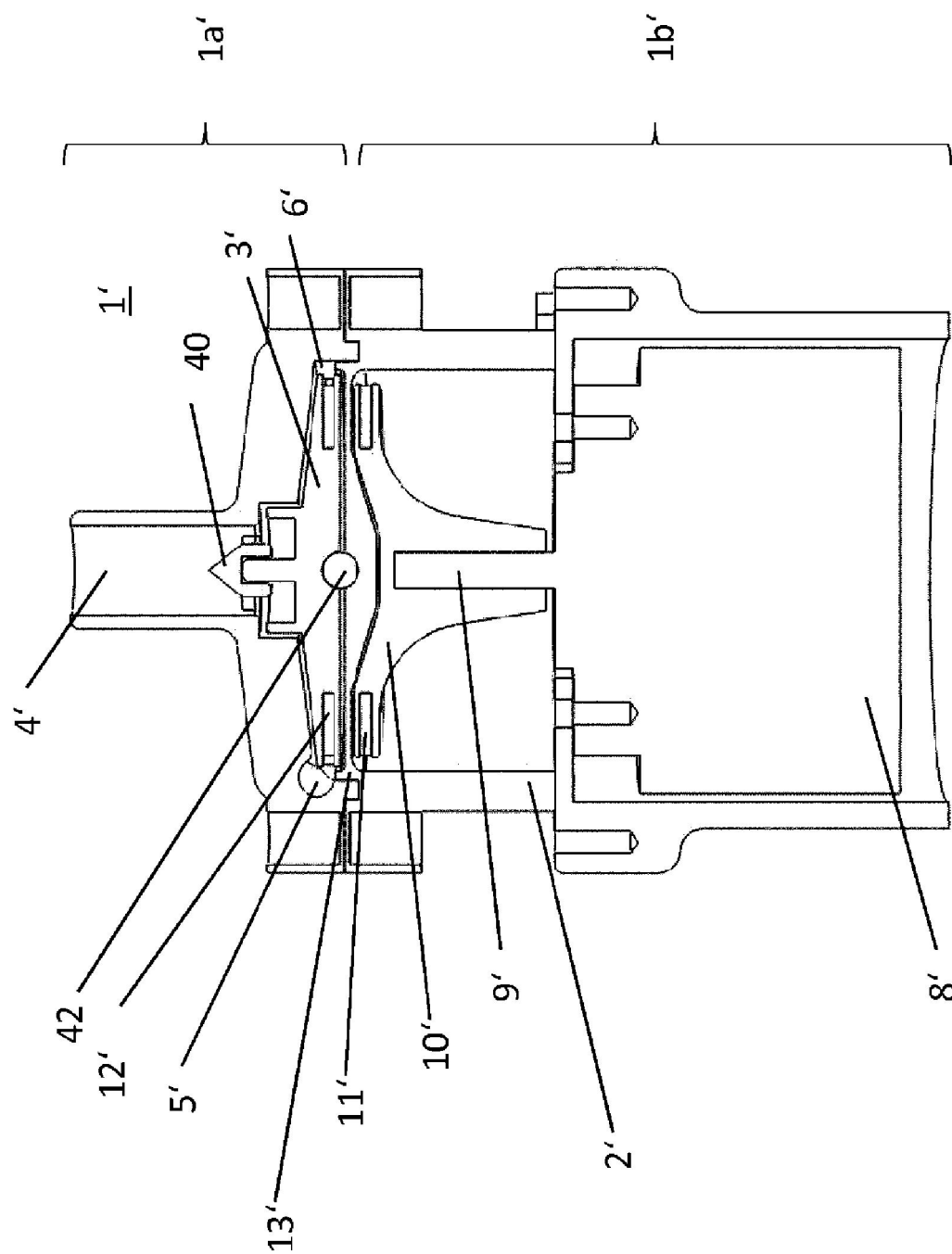


Fig. 7

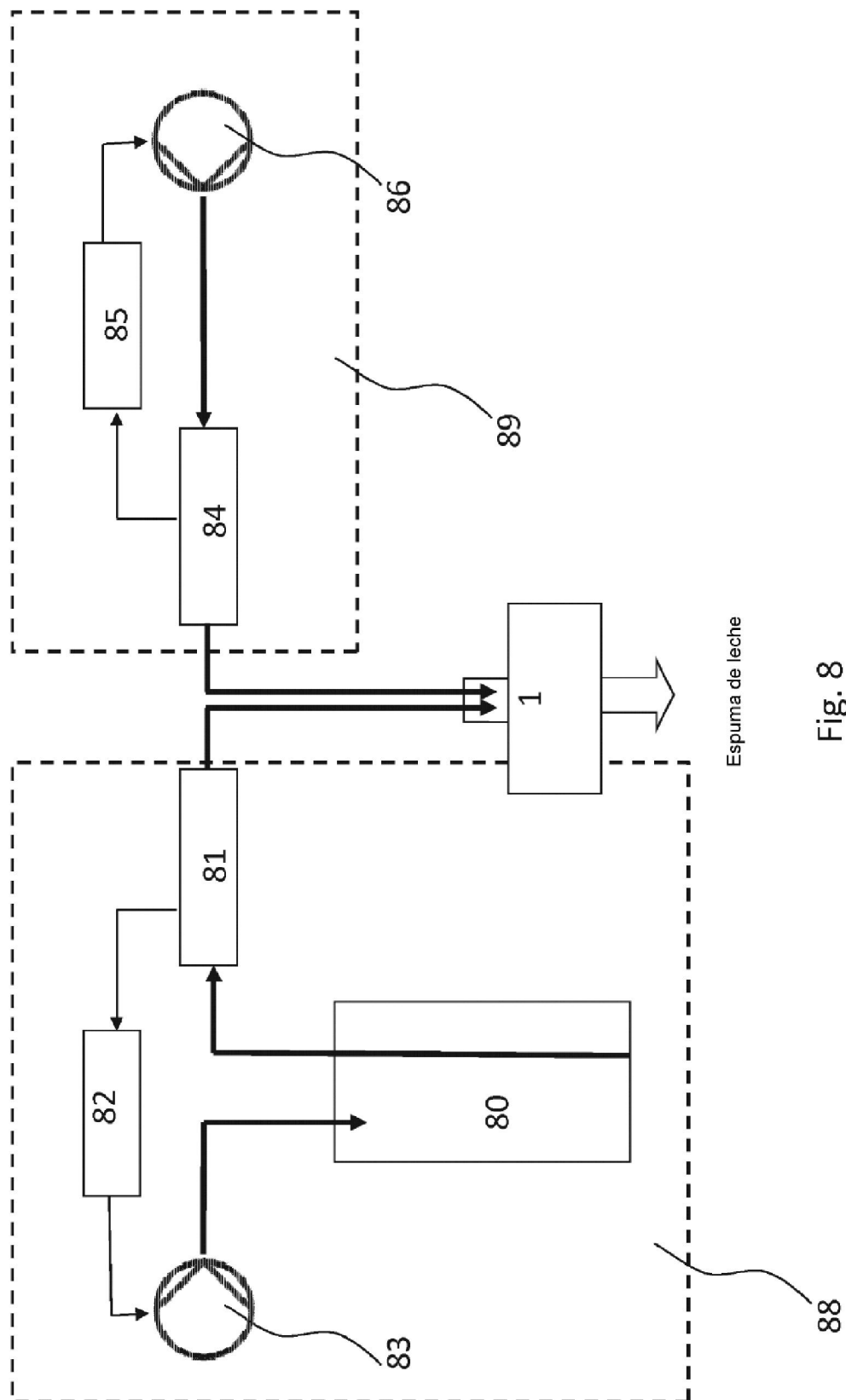


Fig. 8