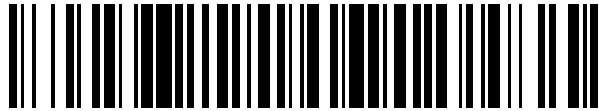


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 461**

51 Int. Cl.:

A23L 3/26 (2006.01)

C02F 1/48 (2006.01)

A61L 2/03 (2006.01)

C02F 1/46 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.09.2013 PCT/NL2013/050655**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14042526**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.09.2013 E 13767146 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2895015**

54 Título: **Dispositivo y método para proporcionar un campo eléctrico pulsado de alta tensión a un fluido**

30 Prioridad:

11.09.2012 NL 2009443

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

24.10.2019

73 Titular/es:

**TOP B.V. (100.0%)
Agro Business Park 10
6708 PW Wageningen, NL**

72 Inventor/es:

**VAN DEN BOSCH, HENRICUS FRANCISCUS
MARIA;
SCHUTEN, HENRICUS JOHANNES y
VAN SCHEPDAEL, LUDO**

74 Agente/Representante:

CARBONELL CALLICÓ, Josep

ES 2 728 461 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 y método para proporcionar un campo eléctrico pulsado de alta tensión a un fluido

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un dispositivo para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) a un flujo de fluido, en especial, a un flujo de un producto alimenticio líquido. La invención también se refiere a un método para un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) de dicho flujo de fluido, en especial, con dicho dispositivo.

Antecedentes de la invención

El documento US5.690.978 describe un dispositivo de tratamiento de campo eléctrico pulsado para la esterilización y conservación de productos alimenticios bombeables que tienen al menos dos electrodos y un aislante y particularmente adecuado para la inactivación de microorganismos de esporas vegetativas y bacterianas. Cada electrodo incluye una cámara de flujo de electrodo para hacer contacto eléctrico con el producto alimenticio bombeable y para permitir que el producto alimenticio bombeable fluya a través del dispositivo de tratamiento. El aislante está situado entre los electrodos e incluye una cámara de flujo del aislante colocada entre las cámaras de flujo de electrodo y proporciona el flujo del producto alimenticio bombeable desde una cámara de flujo de electrodo hacia la otra. Un generador de pulsos de alta tensión aplica una señal de alta tensión de tensión, frecuencia y duración de pulso variables en los electrodos. Las cámaras de flujo de electrodo y aislante pueden emplear una variedad de geometrías en sección y en sección transversal, que incluyen un diseño tubular, cilíndrico, rectangular, elíptico y no uniforme.

El documento WO2011/092247 describe un dispositivo que comprende un conjunto de electrodos, en donde una primera y una segunda superficie de electrodo están dispuestas en secciones de pared axial separadas de un espacio de tratamiento o en secciones separadas axialmente a lo largo del espacio de tratamiento, que forma la trayectoria de flujo de un medio bombeable, y hay un aislante dispuesto entre los electrodos. El canal de flujo a través del cual fluye el medio bombeable tiene una sección transversal sustancialmente anular que en los radios exterior y/o interior está delimitada seccionalmente por las superficies de electrodo separadas radialmente y el aislante, que está dispuesto en la región que está situada paralela al eje longitudinal y alrededor del cual las superficies del electrodo están separadas axialmente.

El documento CN201830844 describe una cámara de procesamiento de esterilización de campo eléctrico por pulsos de alta intensidad para monitorizar en línea la rigidez y temperatura del campo eléctrico. Hay formadas dos cavidades de procesamiento de tipo coaxial por dos electrodos de alta tensión tubulares y un electrodo de conexión a tierra tubular, los dos electrodos de alta tensión tubulares están separados por un tubo de aislamiento y los dos extremos del electrodo de conexión a tierra tubular están revestidos respectivamente con una camisa protectora de aislamiento, de modo que se forma una cámara de procesamiento de campo eléctrico pulsado de alta intensidad de tipo coaxial y continuo. La cámara de procesamiento está provista interiormente de elementos Hall y sensores térmicos digitales de un cable, las señales se envían a un solo chip después de ser acondicionadas, amplificadas y convertidas de A/D, y cada parámetro se muestra a través de un módulo de pantalla de cristal líquido. Gracias a la cámara de procesamiento de esterilización de campo eléctrico pulsado de alta intensidad para monitorizar en línea la rigidez y temperatura del campo eléctrico proporcionadas por el modelo de utilidad, no solo se puede garantizar la uniformidad de la distribución del campo eléctrico, sino que también mejoran la característica de flujo de los materiales líquidos y el caudal de procesamiento, se evita la aparición de "zonas muertas", el efecto del proceso, según el documento CN201830844, mejora notablemente, se realiza la monitorización en línea cuantitativa en tiempo real de los valores de rigidez y temperatura del campo eléctrico en la cámara de procesamiento y se proporciona el soporte de datos para un modelo de simulación de un sistema de procesamiento.

El documento US4695472 describe métodos y aparatos para conservar productos alimenticios líquidos sometiendo los productos alimenticios líquidos, tales como productos lácteos, zumos de frutas y productos líquidos de huevo a un tratamiento de campo eléctrico de alta tensión pulsado y controlado. Los métodos y aparatos contemplan además la utilización del tratamiento para controlar la temperatura de almacenamiento en la conservación de productos alimenticios líquidos precederos.

El documento US2002155611 describe un método para tratar un flujo acuoso colonizado por células con un campo eléctrico pulsado aplicado a un flujo, caracterizado por que el campo aplicado es sustancialmente paralelo a la dirección del flujo y a su aplicación en la transferencia de ácidos nucleicos (ARN, ADN), oligonucleótidos) hacia las células, en la transferencia de proteínas a las células, en la extracción de macromoléculas y moléculas citoplásmicas contenidas en las células, en la fusión celular y en la producción de híbridos y/o en la inserción de proteínas de membrana. El documento US2002155611 también se refiere a una cámara de electropulsado, a un método para eliminar células y a un método de permeabilización de membrana.

El documento EP2052743 describe un dispositivo para esterilizar bebidas utilizando un campo eléctrico, es decir, la

inactivación mediante PEF. La bebida se conduce a través de una vía de fluido no conductora donde se proporcionan al menos dos juegos de electrodos, en configuraciones particulares a lo largo de la vía, para formar condensadores con capacitancias específicas. Una característica involucra los electrodos que contienen partes perpendiculares. Además, el dispositivo comprende un par de puntos de activación y un circuito de activación eléctrica para cortocircuitar dicho par de puntos de activación y para hacer que un campo eléctrico se propague desde dicho primer punto de activación y a lo largo de dicha vía de fluido.

El documento WO0000044 describe un enfoque de desactivación para desactivar microorganismos en un sistema de tratamiento de campo eléctrico de alta rigidez, que se puede caracterizar como un aparato para reducir los niveles de microorganismos en los productos. El aparato tiene un tubo de entrada con un área de sección transversal sustancialmente uniforme que se extiende desde una distancia antes de una zona de tratamiento hasta al menos la zona de tratamiento, estando ubicada la zona de tratamiento entre los electrodos; un extremo de electrodo sustancialmente ojival colocado en la zona de tratamiento; un electrodo exterior que forma un interior del tubo de entrada en la zona de tratamiento. El sistema de tratamiento se puede emplear en un método que tiene etapas para hacer fluir el producto a través de un tubo de entrada con un área de sección transversal sustancialmente uniforme, que se extiende desde una distancia antes de una zona de tratamiento hasta al menos la zona de tratamiento; hacer fluir el producto entre una posición del extremo del electrodo sustancialmente ojival en la zona de tratamiento y un electrodo exterior que forma un interior del tubo de entrada en la zona de tratamiento; y aplicar al producto al menos un pulso de campo eléctrico de alta rigidez durante el desplazamiento a través de la zona de tratamiento.

El documento US6030538 describe un sistema de campo eléctrico pulsado, un aparato y un método para desinfectar y deshidratar los lodos de aguas residuales biológicamente activos y previamente deshidratados (por ejemplo, lodos de aguas residuales de las aguas residuales municipales) de manera eficiente, a fin de reducir drásticamente el volumen resultante del material de desecho inerte que debe eliminar el ayuntamiento. El método empleado de forma secuencial consiste en presurizar hidráulicamente el lodo previamente deshidratado, precalentar el lodo previamente deshidratado hasta un intervalo de temperatura predeterminado, exponer el lodo previamente deshidratado a descargas eléctricas pulsantes de alta energía, separar la presión de los sólidos resultantes y la fracción líquida y realizar una extrusión de presión final de los sólidos separados a través de toberas.

El documento US20040238348 describe un dispositivo para tratar una sustancia que contiene al menos un organismo no deseado mediante la aplicación de un campo eléctrico axial, pulsado y de alta tensión a la sustancia que fluye en una zona de tratamiento, que comprende un cono redondeado aislante que facilita el flujo suave de la sustancia minimizando las pérdidas de presión dentro de la zona de flujo de esta sustancia.

35 Sumario de la invención

Una desventaja de la técnica anterior es que se descubrió que hay poco control sobre el efecto del funcionamiento del dispositivo. En particular, el control es insuficiente cuando se abordan altas tasas de eliminación (o bajos recuentos de bacterias). Además, se descubrió que los dispositivos de la técnica anterior derivaban, en algún caso, en bebidas con características de bebida sustancialmente reducidas, como, por ejemplo, la percepción de naturalidad en el caso de los zumos de fruta.

Por lo tanto, es un aspecto de la invención proporcionar un dispositivo alternativo que preferiblemente evite, además, al menos en parte, uno o más de los inconvenientes descritos anteriormente.

La invención proporciona (así) un dispositivo como el definido en la reivindicación 1 para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) a un flujo de fluido, comprendiendo dicho dispositivo una cámara que comprende una entrada con un área de sección transversal de entrada, una salida, una zona de tratamiento y al menos un primer y un segundo electrodos, colocados para proporcionar un campo eléctrico axial en dicha zona de tratamiento, en donde, en especial, el área de la sección transversal de la zona de tratamiento es al menos tan grande como el área de la sección transversal de la entrada, como se define más adelante en las reivindicaciones adjuntas.

En un aspecto específico, la invención proporciona un dispositivo para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) a un flujo de fluido de un producto alimenticio líquido, comprendiendo dicho dispositivo una cámara que comprende una entrada con un área de sección transversal de entrada (A1), una salida, una zona de tratamiento en forma de anillo, dispuesta entre la entrada y la salida, una parte que se ensancha entre dicha entrada y dicha zona de tratamiento, un cuerpo de flujo en dicha cámara, que proporciona en dicha cámara la zona de tratamiento en forma de anillo, y al menos un primer electrodo (V1) y un segundo electrodo (V2) colocados para proporcionar un campo eléctrico axial en dicha zona de tratamiento, en donde, en especial, el área de la sección transversal de la zona de tratamiento es al menos tan grande como el área de la sección transversal (A1) de la entrada, como se define más adelante en las reivindicaciones adjuntas.

El dispositivo se puede usar, en especial, en la pasteurización o esterilización (tratamiento) de un producto alimenticio fluido. El dispositivo puede ser operado continuamente (con un flujo continuo del fluido).

Se descubrió que la provisión de las características del dispositivo de la invención permite un mejor control estadístico de la efectividad del dispositivo. El cociente de la invención hace posible proporcionar el fluido que tiene que ser tratado en un flujo laminar en la zona de tratamiento. En este documento, el término "fluido" se refiere, en especial, a un producto alimenticio líquido (véase también más adelante).

5 En esta solicitud, se utiliza la característica "área de sección transversal". En este sentido, el área de la sección transversal también se puede indicar como el área de la sección transversal de paso de flujo. Esta sección transversal puede ser rectangular, elíptica o redonda (como un anillo), por ejemplo.

10 En una realización, dicha zona de tratamiento tiene forma de anillo, en particular, forma de anillo circular. Se descubrió que esto permite ventajas de fabricación y un buen control del flujo de fluido cuando dicho dispositivo está en funcionamiento. Tal área de secciones transversales puede ser producto de, por ejemplo, tubos concéntricos, donde la zona de tratamiento está definida por la pared interior del tubo exterior y la pared exterior del tubo interior. Dicha disposición puede proporcionar una zona de tratamiento entre dos placas (sustancialmente) paralelas.

15 Dicha cámara tiene una región en forma de anillo corriente atrás (aquí también se indica como "región corriente atrás en forma de anillo" o "región en forma de anillo corriente arriba") de, y conectada a, dicha zona de tratamiento. En particular, la región en forma de anillo se conecta a la zona de tratamiento. Para ello, tiene una forma de sección transversal sustancialmente similar. En particular, la región en forma de anillo corriente atrás tiene un canal de paso
20 de flujo con una sección transversal en forma de círculo.

En el dispositivo, "axial" se puede definir como una línea que conecta la entrada y la salida. En el caso de una zona de tratamiento con forma de anillo, la dirección axial puede definirse como una línea paralela al eje de rotación de una zona de tratamiento con forma de círculo. Además, se puede definir por que la dirección axial es paralela a la
25 dirección de flujo del fluido que fluye a través del dispositivo desde la entrada hasta la salida del dispositivo en uso. Así, para una persona experta, la dirección axial está clara. En uso, el campo eléctrico es sustancialmente paralelo al flujo de fluido.

30 Dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene una longitud axial (L1) de al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H). En particular, dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene una longitud axial (L1) de al menos diez veces la altura de la zona de tratamiento (H). En este sentido, la altura de la zona de tratamiento, en general, se puede definir como una distancia entre paredes delimitadoras opuestas que tienen la menor distancia mutua. La zona de tratamiento puede tener una sección transversal rectangular. En el caso de la realización con una sección transversal en forma de anillo circular, la altura de la zona de tratamiento (H) es la distancia entre las
35 paredes delimitadoras concéntricas.

En una realización, dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene un área de sección transversal (A3 menos A4) sustancialmente igual al área de sección transversal de dicha zona de tratamiento.

40 Dicha cámara tiene una región en forma de anillo corriente adelante de, y conectada a, dicha zona de tratamiento. Esta región en forma de anillo también se indica aquí como una región en forma de anillo corriente abajo. Dicha región en forma de anillo corriente adelante (en el presente documento también se indica como "región corriente adelante en forma de anillo") tiene una longitud axial (L2) de al menos dos veces la altura de la zona de tratamiento (H). En particular, dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene una longitud axial (L2) de al menos cinco
45 veces la altura de la zona de tratamiento (H). En una realización, dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene un área de sección transversal sustancialmente igual al área de sección transversal de dicha zona de tratamiento. En una realización, se selecciona un cociente de dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento y el área de sección transversal de dicha entrada para reducir la velocidad de flujo del fluido entrante hasta una región de velocidad de flujo laminar en una región de velocidad de flujo operacional de dicho dispositivo.
50 Dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento es al menos 1,5 veces el área de sección transversal de dicha entrada. Más en particular, dicho área de sección transversal de dicha zona de tratamiento es al menos tres veces el área de sección transversal de dicha entrada. Se descubrió que cada realización más específica proporciona un flujo de fluido más constante. En una realización, la longitud (L) de la zona de tratamiento es de entre 2 y 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento. En este sentido, la longitud de la zona de tratamiento se define como una zona entre la entrada y la salida, donde hay presente un campo eléctrico alternativo sustancialmente homogéneo. En una realización, la longitud de la zona de tratamiento está definida por la distancia (en dirección axial) entre el primer y el segundo electrodo. En una realización, la longitud de la zona de tratamiento se define por la longitud (definida en la dirección del flujo) de una parte aislada eléctricamente que separa el primer electrodo y el segundo electrodo. En especial, con una o más de dichas condiciones, tales como una o más del cociente indicado
60 en este documento, los productos tratados pueden obtenerse con mejores características que con el aparato de acuerdo con la técnica anterior.

65 En una realización, dicha cámara comprende una parte que se ensancha, en particular, una parte que se ensancha en forma de cono, entre dicha entrada y dicha zona de tratamiento. En particular, cuando está presente, dicha parte que se ensancha está situada entre dicha entrada y dicha región en forma de anillo. Dicha parte que se ensancha se extiende gradualmente en el área de la sección transversal desde dicha entrada en dirección corriente adelante. En

particular, un área de sección transversal se ensancha hasta entre 1,5 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada. En particular, se ensancha entre 2 y 10 veces el área de la sección transversal de la entrada.

5 El dispositivo comprende un cuerpo de flujo en dicha cámara, que proporciona en dicha cámara la zona de tratamiento en forma de anillo que está definida por la superficie interior de la cámara y la superficie exterior del cuerpo de flujo. Dicho cuerpo de flujo, en su extremo corriente atrás, está provisto de una punta.

10 En una realización, dicha área de sección transversal de dicha entrada en dirección corriente adelante se dilata gradualmente hasta que el área de sección transversal es al menos 5 veces más grande con respecto a dicha área de sección transversal de la entrada, y después, dicha cámara comprende dicho cuerpo de flujo que sigue dicha sección transversal en forma de anillo con una reducción suave y gradual del área de la sección transversal de al menos 1,5 veces y hasta una zona de tratamiento en forma de anillo. Dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo es sustancialmente constante por una longitud axial que es igual a al menos 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento antes de dicha zona de tratamiento. En una realización, dicho área de sección transversal es sustancialmente constante por una longitud axial que es al menos 2 veces la altura (H) de la zona de tratamiento después de dicha zona de tratamiento. En especial, con una o más de dichas condiciones, tales como una o más del cociente indicado en este documento, los productos tratados pueden obtenerse con mejores características que con el aparato de acuerdo con la técnica anterior.

20 En una realización, el dispositivo comprende además una unidad de desplazamiento de fluido, tal como una bomba, dispuesta para desplazar un fluido a través de dicha cámara de tratamiento y provista de un ajuste para proporcionar una tasa de flujo con un flujo laminar en dicha zona de tratamiento. El término "unidad de desplazamiento de fluido" también puede relacionarse con una pluralidad de unidades de desplazamiento de fluido. De esta manera, el fluido puede ser guiado a través del dispositivo gracias a la unidad de desplazamiento de fluido. La unidad de desplazamiento de fluido genera el flujo del fluido (a través del dispositivo).

30 En una realización, dicho segundo electrodo se coloca corriente adelante de dicho primer electrodo para proporcionar dicho campo eléctrico axial pulsado con líneas de campo sustancialmente paralelas a una dirección de flujo (F) de fluido en dicha zona de tratamiento cuando dicho dispositivo está en funcionamiento, en particular, dicho primer electrodo está colocado corriente atrás de dicha zona de tratamiento y dicho segundo electrodo está colocado corriente adelante de dicha zona de tratamiento. En una realización, dicha zona de tratamiento comprende dicho primer electrodo que comprende un par de electrodos concéntricos. En otra o más realizaciones, dicho segundo electrodo comprende un par de electrodos concéntricos. En la realización de la zona de tratamiento con forma de anillo, los pares de electrodos concéntricos también tienen forma de anillo y son adyacentes a la zona de tratamiento. El ajuste puede proporcionar un campo eléctrico homogéneo.

40 En una realización, el dispositivo comprende al menos una parte de electrodo reemplazable corriente atrás de dicha zona de tratamiento, y una segunda parte de electrodo corriente adelante reemplazable de dicha zona de tratamiento. En particular, las partes de electrodo reemplazables son adyacentes a la zona de tratamiento. En una realización, dicha zona de tratamiento tiene forma de anillo circular y dicho primer electrodo comprende un par de electrodos concéntricos y dicho segundo electrodo comprende un par de electrodos concéntricos, en donde al menos parte de dichos electrodos está formada por anillos concéntricos reemplazables adyacentes a dicha zona de tratamiento. En uso, se descubrió que, en particular, la superficie de los electrodos más cercana a la zona de tratamiento podría degradarse. En particular, cuando el dispositivo se utiliza en el tratamiento de, por ejemplo, productos alimenticios, cuando la superficie de esa parte se erosiona, esa parte del dispositivo se puede reemplazar fácilmente.

50 En un diseño simple y eficiente, tanto la cámara del dispositivo como el cuerpo de flujo tienen una sección transversal circular. En esta realización, el cuerpo de flujo y la cámara son concéntricos. De esta manera, se proporciona fácilmente una zona de tratamiento en forma de anillo circular. En este diseño, la cámara comprende dos mitades de cámara transversal. Entre estas mitades de la cámara, se coloca un anillo hecho de un material aislante eléctrico para proporcionar la zona de tratamiento. En una realización de este tipo, el cuerpo de flujo también puede comprender dos partes transversales, tales como dos mitades transversales con un anillo de un material aislante eléctrico encajado entre estas partes o mitades, respectivamente. Ambos anillos que forman el material de aislamiento eléctrico son concéntricos y proporcionan paredes delimitadoras de la zona de tratamiento. Los anillos reemplazables que forman al menos parte de los electrodos pueden ser dos juegos de anillos concéntricos encajados sobre un lado entre las partes, como las mitades, de la cámara y las partes, como las mitades, del cuerpo de flujo y los anillos concéntricos de aislamiento eléctricos, que forman las paredes de la zona de tratamiento en el otro lado.

60 Se pueden obtener resultados, en especial, buenos en realizaciones del dispositivo, en donde dicha cámara tiene una región en forma de anillo (o "región en forma de anillo corriente arriba") corriente atrás de y que está conectada a dicha zona de tratamiento, en donde dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene una longitud axial (L1) de al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H), en particular, dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene una longitud axial (L1) de al menos diez veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene un área de sección transversal (A3 menos A4) entre 0,9 y 2,0 veces al

5 área de sección transversal de dicha zona de tratamiento, y en donde dicha zona de tratamiento tiene forma de anillo circular, en donde la longitud (L) de la zona de tratamiento es de entre 2 y 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento, y en donde dicha cámara tiene además una región en forma de anillo corriente adelante de y que está conectada a dicha zona de tratamiento, en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene una longitud axial (L2) de al menos dos veces una zona de tratamiento (H), en particular, dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene una longitud axial (L2) de al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene un área de sección transversal de entre 0,9 y 2,0 veces el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento, en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo corriente atrás de dicha zona de tratamiento es sustancialmente constante por una longitud axial de, en especial, al menos 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento, y en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo corriente adelante de la zona de tratamiento es sustancialmente constante por una longitud axial, en especial, de al menos 2 veces la altura (H) de la zona de tratamiento.

15 La región en forma de anillo corriente atrás y la región en forma de anillo corriente adelante pueden ser regiones independientes entre dos placas sustancialmente paralelas, como una región en forma de anillo (alargada), es decir, cada una independientemente con una altura constante. Además, también la zona de tratamiento puede ser, en especial, una región o zona entre dos placas sustancialmente paralelas, es decir, con una altura constante (H). Por lo tanto, de forma independiente, cada una de la región en forma de anillo corriente atrás y la región en forma de anillo corriente adelante y la zona de tratamiento pueden tener alturas (o anchuras) constantes (por todas sus respectivas longitudes). Opcionalmente, la región en forma de anillo corriente atrás puede incluir algún estrechamiento, como de 15° o menos, como de 10° o menos, incluso más, en especial, como de 5° o menos, en especial, con una altura decreciente en una dirección desde la entrada hasta la zona de tratamiento. En especial, como se indicó anteriormente, la región en forma de anillo corriente atrás tiene una altura constante (por toda su longitud). Aún más, en especial, la altura de la región en forma de anillo corriente atrás (en toda su longitud L1) es sustancialmente la misma que la altura de la zona de tratamiento, como en el intervalo de 0,9 H-1,1 H, en especial, 0,95 H-1,05 H, en especial, la altura de la región en forma de anillo corriente atrás (por toda su longitud) es idéntica a la altura de la zona de tratamiento (por toda su longitud). Del mismo modo, la altura de la región en forma de anillo corriente adelante (por toda su longitud L2) es sustancialmente la misma que la altura de la zona de tratamiento, como en el intervalo de 0,9 H-1,1 H, en especial, 0,95 H-1,05 H, en especial, la altura de la región en forma de anillo corriente adelante (por toda su longitud) es idéntica a la altura de la zona de tratamiento (por toda su longitud).

35 Además, se pueden obtener resultados, en especial, buenos en realizaciones del dispositivo, en donde se selecciona un cociente de dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento y la zona de sección transversal (A1) de dicha entrada para reducir la velocidad de flujo del fluido entrante hacia una región de velocidad de flujo laminar en una región de velocidad de flujo operacional de dicho dispositivo, en particular, dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento es al menos 1,5 veces el área de sección transversal (A1) de dicha entrada, más en particular, dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento es al menos tres veces el área de la sección transversal (A1) de dicha entrada.

40 También se pueden obtener resultados, en especial, buenos en realizaciones del dispositivo, en donde dicha cámara comprende dicha parte que se ensancha, en particular, una parte que se ensancha en forma de cono entre dicha entrada y dicha zona de tratamiento, en particular, entre dicha entrada y dicha región en forma de anillo cuando está presente, en donde dicha parte que se ensancha se extiende gradualmente en el área de sección transversal desde dicha entrada (A1) en dirección corriente adelante, en particular, un área de sección transversal se ensancha hasta entre 1,5 y 10 veces el área de la sección transversal de la entrada (A1), en particular, entre 2 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada (A1), comprendiendo el dispositivo además dicho cuerpo de flujo en dicha cámara, proporcionando en dicha cámara la zona de tratamiento en forma de anillo que está definida por la superficie interior de la cámara y la superficie exterior del cuerpo de flujo, en donde dicho cuerpo de flujo está provisto, en su extremo corriente atrás, de una punta.

55 Sin embargo, se pueden obtener resultados, en especial, buenos en realizaciones del dispositivo, en donde dicha área de sección transversal de dicha entrada (A1) en una dirección corriente adelante se dilata gradualmente hasta que el área de sección transversal es, en especial, al menos 5 veces mayor con respecto a dicha área de sección transversal de entrada (A1), más corriente adelante, dicha cámara comprende dicho cuerpo de flujo, que continúa por dicha sección transversal en forma de anillo con una reducción suave y gradual del área de sección transversal, en una dirección más corriente adelante de, en especial, al menos 1,5 veces, y hasta una zona de tratamiento con forma de anillo.

60 En una realización adicional más, la longitud axial (L1) de la región en forma de anillo corriente atrás, la longitud axial (L3) de (toda) la región corriente atrás que comienza en la punta (en especial, hasta su extremidad (corriente atrás) o punta de la punta en forma de cono) desde el cuerpo de flujo hasta la zona de tratamiento, y la longitud axial (L4) de la parte que se ensancha pueden ser cada una independientemente, en especial, de al menos 2*L, en especial, de al menos 4*L, como al menos de 8*L. La longitud axial (L5) de la parte que se ensancha hasta la punta, en especial, hasta su extremidad (corriente atrás) o punta de la punta en forma de cono, en general, puede ser <L1 y/o <L3. Esta longitud axial del cuerpo de flujo puede encontrarse, en especial, en el intervalo de 30-95 % de la longitud axial total

entre la entrada 2 y la salida 3, tal como al menos el 50 %.

Además, con el mismo aparato se pueden obtener mejores resultados en términos de reducción del final del recuento bacteriano/o del sabor cuando el número de Reynolds (del fluido que fluye) es igual o inferior a 3000, en especial, igual o inferior a 2300, tal como por debajo de 2000. El dispositivo propuesto actualmente parece facilitar, sorprendentemente en gran medida, la provisión de un flujo laminar. Sin la parte que se ensancha y la condición de que un área de la sección transversal de la zona de tratamiento sea al menos tan grande como el área de la sección transversal de la entrada, parece que la creación de un flujo laminar es mucho más difícil. Además, también parece que el campo eléctrico axial, en combinación con el flujo laminar, puede proporcionar mejores resultados en términos de reducción bacteriana y/o de conservación del sabor. Sorprendentemente, la percepción de frescura de los zumos tratados con el presente dispositivo y/o el presente método es, en general, más alta que con los dispositivos de la técnica anterior o con geometrías del dispositivo que no se ajustan a las condiciones actualmente reivindicadas (por ejemplo, sistema de tubos sin cuerpo de flujo tipo pistón uniforme turbulento). Además, parece que es ventajoso, en términos de reducción bacteriana y/o conservación del sabor, que dicha región en forma de anillo corriente atrás tiene una longitud axial de al menos cinco veces la altura de una zona de tratamiento, o incluso más. También parece (así) que el cuerpo de flujo tiene efectos positivos en el resultado del proceso. Sin dicho cuerpo de flujo, la percepción de frescura del zumo tratado parece ser menor. Del mismo modo, al aumentar la velocidad de flujo y la frecuencia del pulso, se puede suponer que la efectividad del método es la misma. Sin embargo, parece que se pueden obtener peores resultados. Sin desear estar vinculado a ninguna teoría, el flujo laminar parece ventajoso.

Obsérvese que un flujo uniforme puede no ser un flujo laminar. Al contrario, un flujo uniforme puede indicar, en la técnica anterior, un flujo turbulento. Por lo tanto, incluso lo que se denomina en la técnica un flujo tipo pistón puede ser turbulento.

También parece que el intervalo de temperatura del producto alimenticio líquido, en general, tiene que estar en el intervalo de 30-65 °C, en especial, de 35-60 °C, incluso más, en especial, de 40-55 °C. Fuera de estos intervalos, las propiedades del producto, en términos de reducción bacteriana y/o conservación del sabor, son inferiores a las temperaturas del producto alimenticio líquido dentro del intervalo de temperatura que se indica en el presente documento.

Por lo tanto, en un aspecto adicional, la invención proporciona un método para tratar un producto alimenticio líquido, en donde dicho producto alimenticio líquido se guía a través de un dispositivo para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) en un flujo de fluido, comprendiendo dicho dispositivo una cámara que comprende una entrada con un área de sección transversal de entrada (A1), una salida, una zona de tratamiento en forma de anillo dispuesta entre la entrada y la salida, en especial, una parte que se ensancha entre dicha entrada y dicha zona de tratamiento, en especial, un cuerpo de flujo en dicha cámara que proporciona, en dicha cámara, la zona de tratamiento con forma de anillo y al menos un primer electrodo (V1) y un segundo electrodo (V2) colocados para proporcionar un campo eléctrico axial en dicha zona de tratamiento, en donde un área de sección transversal de la zona de tratamiento es, en especial, al menos tan grande como el área de la sección transversal (A1) de la entrada, comprendiendo el método además la provisión del producto alimenticio líquido, en especial, en un flujo laminar, en la zona de tratamiento (en forma de anillo) y aplicar un campo eléctrico pulsado entre dicho primer electrodo y segundo electrodo, en donde se aplica una diferencia de potencial en dichos electrodos para producir un campo eléctrico, en especial, de 20-60 kV/cm en dicha zona de tratamiento, como se define adicionalmente en las reivindicaciones adjuntas. Como se indicó anteriormente, se pueden obtener resultados, en especial, buenos cuando el método comprende además dotar a dicho producto alimenticio líquido de una temperatura seleccionada del intervalo de 35-55 °C, incluso más, en especial, de 40-55 °C, tal como 40-50 °C, en dicha zona de tratamiento. La invención se refiere además a un método para tratar un líquido, en particular, un producto alimenticio líquido, en donde dicho líquido se guía a través de un dispositivo PEF, en especial, el dispositivo descrito anteriormente, y en donde la velocidad de flujo del líquido que se va a tratar se selecciona con respecto a las propiedades del líquido y al área de la sección transversal de la zona de tratamiento, para así producir un flujo laminar. Se obtuvieron resultados, en especial, buenos con temperaturas (en la entrada de la zona de tratamiento) del producto alimenticio líquido por encima de los 35 °C y con campos eléctricos de al menos 25 kV/cm, incluso más, en especial, con temperaturas por encima de los 40 °C y con campos eléctricos de al menos 35 kV/cm. Dentro de la zona de tratamiento, la temperatura del producto alimenticio líquido puede aumentar debido al tratamiento (véase también más abajo).

En una realización, la duración del pulso y la frecuencia del pulso del campo eléctrico se configuran con respecto a la velocidad de flujo del fluido para que cada volumen de fluido reciba entre 1 y 8 pulsos, tal como entre 1 y 6 pulsos, tal como entre 1 y 2 pulsos, en particular, 1,05-1,2 pulsos. Sin embargo, también se pueden obtener buenos resultados con al menos 1,5 pulsos.

En una realización de dicho método, dicho dispositivo está provisto además de un generador de campo eléctrico pulsado para aplicar un campo eléctrico pulsado (alto) entre dichos primer y segundo electrodos, en donde se aplica una diferencia de potencial en dichos electrodos para producir un campo eléctrico de 20-60 kV/cm en dicha zona de tratamiento. En una realización, se aplica una diferencia de potencial en dichos electrodos con una frecuencia de pulso de menos de 100 Hz y con un ancho de pulso de 1-5 microsegundos. En especial, dicho generador de campo eléctrico pulsado es capaz de proporcionar diferencias de potencial variables (a los electrodos, para proporcionar

también campos eléctricos variables) y/o puede proporcionar pulsos con ancho de pulso variable y/o puede proporcionar pulsos con diferentes frecuencias de pulso. Al controlar el campo eléctrico pulsado, las condiciones de tratamiento pueden controlarse y la velocidad de flujo y el campo eléctrico se pueden optimizar entre sí (véase también más adelante).

5 En una realización, el dispositivo descrito anteriormente se usa en un método descrito anteriormente para tratar productos alimenticios. En particular, el dispositivo se utiliza para reducir el recuento de bacterias (UFC/ml) en un factor de 1000 o superior. De hecho, esto puede lograrse sin deteriorar la calidad, como el olor o el sabor, de los productos alimenticios. Por lo tanto, en un aspecto adicional, la invención también proporciona el uso del método que se describe en el presente documento y/o el dispositivo que se describe en el presente documento para pasteurizar o esterilizar un producto alimenticio líquido, en especial, para reducir el recuento de bacterias (UFC/ml) en un factor de 1000 o superior en dicho producto alimenticio líquido. El producto alimenticio líquido, tal como se describe en el presente documento, comprende, en especial, (o consiste en) un zumo, tal como un zumo de fruta. Otros líquidos que se pueden tratar son zumos vegetales. Entre los ejemplos de zumos característicos que se pueden tratar son el zumo de naranja, zumo de pomelo, zumo de uva, zumo de melón, zumo de fresa, zumo de mora, zumo de tomate, etc. Sin embargo, también se pueden tratar otras bebidas con el dispositivo y/o método descritos en el presente documento. Otros ejemplos del producto alimenticio líquido pueden incluir, por ejemplo, leche, suero de leche, un batido, té helado, café helado, cerveza, vino, etc., en especial, el producto alimenticio líquido puede incluir un zumo de fruta o néctar de fruta. Por lo tanto, los ejemplos de zumos que también pueden tratarse pueden incluir uno o más de néctar de naranja, néctar de pomelo, néctar de uva, néctar de melón, néctar de fresa, néctar de mora, etc.

Los términos "corriente atrás" y "corriente adelante" se refieren a una disposición de elementos o características relativas a la propagación de un fluido a través del dispositivo. El fluido se desplaza desde el extremo corriente atrás del dispositivo, en la entrada, hasta el extremo corriente adelante del dispositivo, la salida.

25 Las expresiones "sustancialmente" del presente documento, tal como "sustancialmente paralelo", "sustancialmente igual" o "consiste sustancialmente", serán entendidas por el experto en la materia. La expresión "sustancialmente" también puede incluir realizaciones con "en su totalidad", "completamente", "todos", etc. Por lo tanto, en las realizaciones, el adjetivo también puede eliminarse sustancialmente. Cuando sea aplicable, la expresión "sustancialmente" también puede referirse a un 90 % o más, como el 95 % o más, en especial, el 99 % o más, incluso más, en especial, el 99,5 % o más, incluyendo el 100 %. De hecho, en muchos casos, se puede usar para abarcar realizaciones que son funcionalmente iguales. La conjunción "y/o" se refiere, en especial, a uno o más de los elementos mencionados antes y después de "y/o". Por ejemplo, una frase "elemento 1 y/o elemento 2" y frases similares pueden relacionarse con uno o más de los elementos 1 y 2. La expresión "que comprende" puede referirse en una realización a "que consiste en" pero en otra realización también puede referirse a "que contiene al menos los objetos definidos y opcionalmente uno o más de otros objetos". La expresión "comprende" incluye también realizaciones en donde la expresión "comprende" significa "consiste en".

Además, los términos primero, segundo, tercero y similares en la descripción y en las reivindicaciones se usan para distinguir entre elementos similares y no necesariamente para describir un orden secuencial o cronológico. Debe entenderse que los términos utilizados de esta manera pueden intercambiarse en circunstancias apropiadas y que las realizaciones de la invención descritas en este documento pueden funcionar en otras secuencias distintas de las descritas o ilustradas en este documento.

45 Los dispositivos en este documento se describen, entre otros, durante el funcionamiento. Como quedará claro para el experto en la materia, la invención no se limita a los métodos de funcionamiento o a los dispositivos en funcionamiento.

50 Cabe destacar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran, en vez de limitar la invención, y que los expertos en la materia podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin desviarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier símbolo de referencia colocado entre paréntesis no deberá interpretarse como una limitación de la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas que no sean los indicados en una reivindicación. El artículo "un" o "una" antes de un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. La invención puede implementarse por medio de *hardware* que comprende varios elementos distintos, y/o por medio de o utilizando un ordenador programado adecuadamente para controlar el dispositivo, y/o implementando el método en el dispositivo cuando está en funcionamiento. En las reivindicaciones del dispositivo, cuando se enumeran varios medios, varios de estos medios pueden representarse mediante uno y el mismo elemento de *hardware*. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en diferentes reivindicaciones mutuamente dependientes no indica que no pueda utilizarse ventajosamente una combinación de tales medidas.

65 La invención se aplica además a un dispositivo que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos. La invención se refiere además a un método o proceso que comprende una o más de las características de caracterización descritas en la descripción y/o mostradas en los dibujos adjuntos.

Los diversos aspectos discutidos en esta patente se pueden combinar para proporcionar ventajas adicionales. Además, algunas de las características pueden formar la base de una o más aplicaciones divisionales.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación, se describirán las realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los que:

10 La figura 1 representa una sección transversal axial longitudinal de una realización de un dispositivo de aplicación de un campo eléctrico pulsado;
la figura 2 muestra una sección transversal como se indica en la figura 1;
la figura 3 muestra un detalle de la cámara de tratamiento del dispositivo de la figura 1; y
las figuras 4a-4b muestran esquemáticamente algunos aspectos de los flujos.

15 Los dibujos no están necesariamente a escala.

Descripción de las realizaciones preferidas

20 La figura 1 muestra una sección transversal axial de una realización de un dispositivo 1 para aplicar un campo eléctrico pulsado en un fluido. El dispositivo de la figura 1 tiene una entrada 2 y una salida 3. Además, tiene una zona de tratamiento 4 donde un fluido se somete a un campo eléctrico pulsado mientras pasa a través de esa zona de tratamiento 4. La zona de tratamiento 4 está dispuesta entre la entrada 2 y la salida 3. Además, se indica una dirección de flujo de fluido F. En esta realización, la entrada 2 y la salida 3 están en línea. Esto proporciona la mejor
25 opción para un flujo a través del dispositivo que tiene la menor perturbación posible. De hecho, de esta manera, se proporciona un flujo a través del dispositivo. Una persona experta puede descubrir un posicionamiento o dimensionamiento alternativos, o ambos, de la entrada y la salida, que puedan producir el mismo resultado.

30 El dispositivo 1 comprende una cámara 7. En la cámara 7, en esta realización, se coloca un cuerpo de flujo 8. En esta realización, los ejes longitudinales de la cámara 7 y del cuerpo de flujo 8 caen juntos. Esto, nuevamente, es una realización que permite un flujo de fluido que se altera lo menos posible. La referencia 23 indica una bomba como realización de un medio de desplazamiento.

35 En la realización de las figuras 1-3, tanto la cámara 7 como el cuerpo de flujo 8 tienen una sección transversal circular. Se descubrió que esta es la forma más fácil de proporcionar un dispositivo en el que la cámara 7 y el cuerpo de flujo 8 puedan alinearse mutuamente para proporcionar las características reivindicadas y para proporcionar un flujo de fluido que pueda ser laminar. Una vez más, los expertos entienden que se pueden hacer pequeñas desviaciones desde "exactamente redondo", "exactamente alineado", que aún sean funcionalmente equivalentes a la realización mostrada. En esta realización, de hecho, una sección transversal de paso de flujo en forma de anillo se
40 obtiene proporcionando un tubo exterior concéntrico y un tubo interior, más específicamente aquí, un tubo interior y un tubo exterior que tiene una sección transversal circular.

45 En esta realización, el dispositivo 1 en la entrada 2 tiene un área de sección transversal A1. En dirección corriente adelante, el área de sección transversal aumenta. Continuando más corriente adelante, el dispositivo 1 aquí tiene un área de sección transversal decreciente. Más corriente adelante, el dispositivo 1 tiene un área de sección transversal constante. En esta realización, el área de la sección transversal de la salida 3 es sustancialmente igual al área de la sección transversal A1 de la entrada 2. De esta manera, en funcionamiento, la velocidad de flujo de un líquido primero disminuye, luego llega a una región donde el flujo entra en un estado de flujo laminar con la menor turbulencia posible, y luego sale del dispositivo 1 por la salida 3.

50 Comenzando desde la entrada 2 y en dirección corriente adelante (la dirección del flujo se indica con la flecha F), la cámara 7 primero se ensancha hasta un área de sección transversal A2 en la ubicación donde comienza el cuerpo de flujo 8. Después de eso, el área de la sección transversal de la cámara 7 se ensancha aún más hasta un área de la sección transversal A3. En esta realización, la parte que se ensancha tiene la forma de un cono. En una
55 realización particular, dicho cono puede tener un ángulo superior de entre 15° y 45°. Más en particular, el cono tiene un ángulo superior de entre 20°-35°.

60 Después de la posición en la que se indica el área de la sección transversal A3 en el dibujo, la cámara 7 aquí tiene una parte cilíndrica de la cámara con forma de círculo 9. Aquí, la sección transversal y el área de la sección transversal, que es la diferencia entre el área de la sección transversal A3 y el área de la sección transversal A4, son constantes cuando se continúan en dirección corriente adelante. En al menos parte de la parte cilíndrica 9 de la cámara circular, el cuerpo de flujo 8 en esta realización también tiene una parte cilíndrica circular 10. La parte cilíndrica circular 10 tiene un área de sección transversal A4. El cuerpo de flujo 8 se coloca en la cámara 9 utilizando
65 riostras 11 ubicadas a una distancia y corriente adelante de la zona de tratamiento 4 para evitar cualquier perturbación de un flujo de fluido cuando el dispositivo 1 está en funcionamiento. En su extremo corriente atrás, el cuerpo de flujo 8 comprende una punta 12 que tiene una forma tal que perturba el flujo de fluido a través de la

cámara 7 lo menos posible, causando la menor turbulencia posible, en particular, en la cámara de tratamiento 4. En una realización, la punta 12 tiene forma de cono. Dicha punta 12 en forma de cono puede tener un ángulo superior de 30°-80°. En particular, la punta 12 puede tener un ángulo superior de 40°-65°. De hecho, la punta 12 y la parte cónica pueden tener cualquier forma, siempre y cuando el área de la sección transversal de la entrada, A1, y el área de la sección transversal de la zona de tratamiento cumplan los requisitos de las reivindicaciones. Por ejemplo, en lugar de un cono, el área de la sección transversal puede aumentar progresivamente por una longitud larga y usando varias etapas. Alternativamente, se puede usar un canal de entrada ensanchado, tubería o conducto. Un experto en la materia puede pensar en otras realizaciones similares que funcionalmente tengan el mismo efecto. Se descubrió que la realización actual es mecánicamente una forma simple de proporcionar una zona de tratamiento de acuerdo con la invención, pero con una distancia relativamente pequeña entre las paredes opuestas de la zona de tratamiento que limitan la zona de tratamiento 4.

El dispositivo para aplicar un campo eléctrico pulsado en un fluido del tipo actual tiene un primer electrodo y un segundo electrodo, separados eléctrica y espacialmente entre sí. En esta realización, el dispositivo 1 tiene un primer electrodo y un segundo electrodo que están colocados de tal manera que producen un campo eléctrico axial en la zona de tratamiento 4. En esta realización, el primer electrodo se coloca corriente atrás de la zona de tratamiento y el segundo electrodo se coloca corriente adelante de la zona de tratamiento. En la realización mostrada, un campo eléctrico axial significa que las líneas de campo discurren paralelas al vector F, lo que indica la dirección del flujo. En esta realización, el interior de la pared de la cámara exterior corriente atrás de la zona de tratamiento se establece a una tensión V1, y el interior de la pared de la cámara exterior corriente adelante de la zona de tratamiento 4 se establece a una tensión V2. Lo mismo se aplica al cuerpo de flujo 8: una parte corriente atrás de la zona de tratamiento 4 se establece a la misma tensión V1, y una parte corriente adelante de la zona de tratamiento se establece a una tensión V2.

Para separar físicamente el primer y el segundo electrodos, la cámara de tratamiento 4 comprende un anillo interior 13 y un anillo exterior 14. Tanto el anillo interior 13 como el anillo exterior 14 están hechos de un material de aislamiento eléctrico. Preferiblemente, el material aislante es compatible con los alimentos. Por ejemplo, el material de aislamiento eléctrico es un material polimérico. Los materiales poliméricos adecuados son nailon, polietileno (PE), polipropileno (PP) o poli-éter-imida (PEI), etc. El primer y segundo electrodos, de hecho, flanquean los anillos de aislamiento 13, 14 y, por lo tanto, el ancho de los anillos de aislamiento 13, 14 aquí definen la longitud (L) de la zona de tratamiento 4, como se indica en los dibujos.

En esta realización, la cámara 7 comprende dos partes de cámara, tales como dos mitades de cámara. Aquí, las dos mitades de la cámara están aisladas eléctricamente entre sí a través del anillo de aislamiento 14. En la realización, las dos mitades son mitades transversales. Encajan entre sí en un plano transversal que tiene el eje longitudinal del dispositivo como norma matemática. Las dos mitades de la cámara 7, de hecho, están separadas por el anillo de aislamiento eléctrico.

Además, en esta realización, el cuerpo de flujo 8 también comprende dos mitades de cuerpo de flujo. Las dos mitades del cuerpo de flujo están aisladas eléctricamente entre sí por el anillo interior 13.

El dispositivo 1 tiene un primer electrodo corriente atrás del anillo interior 13 y del anillo exterior 14. El segundo electrodo está ubicado corriente adelante del anillo interior 13 y del anillo exterior 14. En particular, en esta realización, las superficies interiores de la cámara 7 y del cuerpo de flujo 8 están adaptadas para funcionar como primer y segundo electrodos. Al menos las superficies del cuerpo de flujo 8 y la superficie interior de la cámara 7 son conductoras, al menos cuando son adyacentes al anillo interior 13 y al anillo exterior 14 que aíslan eléctricamente. De hecho, el primer electrodo tiene un primer electrodo interior, formado por la superficie interior del cuerpo de flujo 8 corriente atrás del anillo interior 13. El primer electrodo comprende además un electrodo exterior formado por la superficie interior de la cámara 7 corriente atrás del anillo exterior 14.

El segundo electrodo corriente adelante tiene un segundo electrodo interior formado por la superficie del cuerpo de flujo 8 corriente adelante del anillo interior 13, y un electrodo exterior formado por la superficie de la cámara 7 corriente adelante del anillo exterior 14.

El primer electrodo interior y el primer electrodo exterior pueden establecerse a la misma tensión V1, mientras que el segundo electrodo interior y el segundo electrodo exterior pueden establecerse a la misma tensión V2. De esa manera, se puede crear un campo eléctrico axial en la zona de tratamiento.

Se descubrió que el alto campo eléctrico sobre la cámara de tratamiento 4 puede producir la degradación de la superficie interior en los extremos del anillo interior 13 y del anillo exterior 14. Por lo tanto, se introducen anillos reemplazables 5, 5' y 6, 6'. Estos anillos, con anillos interiores 5', 6' y anillos exteriores 5, 6 pueden reemplazarse fácilmente. En esta realización, los anillos son conductores y se acoplan de forma conductora al primer y segundo electrodos, respectivamente. Por lo tanto, los anillos 5-6', de hecho, forman una parte reemplazable del primer y segundo electrodos. En una realización alternativa, estos anillos 5-6' son el primer y segundo electrodos. En una realización de este tipo, la superficie interior adicional de la cámara 7 y la superficie exterior adicional del cuerpo de flujo 8 pueden aislarse eléctricamente. Los anillos 5, 5' y los anillos 6, 6' pueden formar así respectivamente el primer

y el segundo electrodo. El primer y segundo electrodo comprenden así pares de electrodos concéntricos.

En una realización, las dimensiones del dispositivo de las figuras 1-3 son las siguientes:

- 5 A1 = 100-2000 mm²;
 A4 = 30-300 mm de diámetro;
 H = 2-10 mm;
 L = 2H-5H, en parte 2,5H-3,5H, más en particular L = 5-35 mm de longitud;
 E = 20-60 kV/cm, es decir, se aplican 10-210 kV sobre la zona de tratamiento (4).

10 La viscosidad dinámica μ del fluido que se va a tratar es, por lo general, de 0,5-10.000 mPas (medido a través de Brookfield).

15 En funcionamiento, un líquido, a menudo un producto alimenticio, se hace pasar a través del dispositivo 1. La velocidad de flujo y el caudal del líquido y las dimensiones del dispositivo se seleccionan para proporcionar un flujo laminar del líquido a través de la zona de tratamiento. En vista de las dimensiones del dispositivo en relación con las propiedades del líquido, estas se pueden definir en términos del número de Reynolds $Re = vL\rho/\mu$, siendo v la velocidad media del fluido, L la longitud característica o el diámetro hidráulico, ρ la densidad del fluido y μ la viscosidad dinámica. Para que un flujo sea laminar, a menudo se define que $Re < 2300$.

20 La frecuencia del pulso que se aplica durante el funcionamiento se selecciona de tal manera que todo el líquido reciba al menos un pulso durante su paso por la zona de tratamiento 4. De hecho, en una realización, la frecuencia del pulso se selecciona de tal manera que todo el líquido reciba exactamente un pulso/dosis de campo eléctrico. Esto evita tanto como sea posible que el líquido se caliente. El ancho de pulso también se ajusta para proporcionar una duración mínima del campo eléctrico para todo el líquido. En particular, esto es importante al aumentar el período de almacenamiento o el período de conservación del líquido, como un producto alimenticio. En particular, cuando se requiere un nivel definido de eliminación de organismos, o si se debe alcanzar un límite específico de recuento de bacterias, es importante que todo el líquido reciba una "dosis" predefinida de campo eléctrico en vista del nivel y la duración, para así conseguir un cierto nivel de eliminación. En particular, cuando se definen niveles bajos de organismos restantes (por ejemplo, un recuento bacteriano bajo), por ejemplo de bacterias, hongos, esporas, se descubrió que el tratamiento homogéneo es aún más importante.

35 Haciendo referencia a la figura 1, la referencia L3 indica una longitud axial de la región corriente atrás, que comienza con la punta desde el cuerpo de flujo 8 hasta la zona de tratamiento. En especial, la longitud axial L3 es al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H). Además, en especial, L1 y L3 son cada uno independientemente al menos $2*L$, en especial, al menos $4*L$, tal como al menos $8*L$. La referencia L4 se refiere a la longitud axial de la parte que se ensancha 22. La longitud axial L4 de la parte que se ensancha es, en especial, al menos $2*L$, en especial, al menos $4*L$, tal como al menos $8*L$. La referencia L5 indica la longitud axial de la parte que se ensancha hasta la punta 12, en especial, hasta su extremidad (corriente atrás) o punta de la punta en forma de cono. Esta extremidad se indica con la referencia 112. La longitud axial L5 de la parte que se ensancha hasta esta punta puede, en general, ser $<L1$ y/o $<L3$.

45 La referencia 120 indica la región corriente atrás completa desde la entrada 2 hasta la zona de tratamiento 4; la referencia 121 indica toda la región corriente adelante desde la zona de tratamiento 4 hasta la salida 3. Como se indicó anteriormente, la referencia 112 indica la extremidad corriente atrás; la referencia 113 indica la extremidad corriente adelante del cuerpo de flujo 8. La longitud axial del cuerpo de flujo entre la extremidad corriente atrás 112 y la extremidad corriente adelante. Esta longitud axial del cuerpo de flujo puede estar en el intervalo de 30-95 % de la longitud axial total, entre la entrada 2 y la salida 3, tal como de al menos el 50 %. La referencia 86 indica la pared (exterior) del dispositivo 1.

50 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, la referencia 81 indica un interior (hueco) del cuerpo de flujo 8. Las referencias 82, 83, 84 y 85 respectivamente indican una parte (82) con una diferencia de diámetro, como también se puede ver en la figura 1, una pared (circunferencial) del cuerpo de flujo (83), una parte (84) con una diferencia de diámetro, como también se puede ver en la figura 1, incluyendo la parte 85 una conexión del cuerpo de flujo con el entorno, en especial, la pared exterior 86, en donde, aquí, la conexión incluye riostras 11 diseñadas para formar una pluralidad de canales 11b. La referencia 86 indica la pared del dispositivo 1. Los riostras 11 pueden estar dispuestas de tal manera que creen canales 11b. Los riostras permiten la instalación del cuerpo de flujo 8 en el dispositivo 1.

60 Las figuras 4a-4b representan esquemáticamente las gráficas de frecuencia (f) (eje y) frente al tiempo de residencia (t) (eje x) de un flujo laminar y un flujo turbulento, respectivamente. Las líneas de puntos dentro de las gráficas indican el tiempo medio o promedio de residencia; las diferencias indicadas debajo de las gráficas indican la diferencia del tiempo de residencia de los paquetes de partículas/fluido más rápidos dentro del flujo con respecto a la velocidad de flujo promedio. Esta diferencia es mucho menor para un flujo laminar que para un flujo turbulento. En función de, por ejemplo, la figura 4a, en los sistemas de flujo laminar, la frecuencia del campo eléctrico pulsado se puede configurar con respecto a una velocidad de flujo del fluido, de tal manera que la fracción más rápida de fluido reciba. En especial, entre 1 y 8 pulsos.

Ejemplos

Ejemplo 1: Prueba con zumo de naranja

5 El zumo de naranja fue tratado para alargar su período de conservación. Se usó zumo de naranja que tenía una viscosidad dinámica de 1 mPas (viscosidad dinámica Brookfield). El zumo de naranja se proporcionó a una velocidad de flujo promedio de 0,16 m/s. Se utilizó un dispositivo de las figuras 1-3 en donde la H era de 5 mm. El área de sección transversal de la zona de tratamiento era de 345 mm², la longitud de la zona de tratamiento L era de 15 mm, L1 era de 200 mm, L2 era de 54 mm. Los ajustes operacionales del dispositivo fueron los siguientes. El generador de pulsos se configuró para obtener un campo eléctrico de 30 kV/cm. La frecuencia de los pulsos se ajustó a 50 Hz y la duración de los pulsos era de 2,5 microsegundos. La temperatura de entrada fue de 40°C. En estas condiciones, el período de conservación del zumo de naranja se extendió de 7 días a 21 días.

15 En este caso, el número de Reynolds fue de 1768, siendo v de 0,16 m/s, con un diámetro hidráulico de 0,01 m (en este caso, aproximadamente dos veces la altura de 5 mm, ya que dos placas paralelas forman una zona de tratamiento en forma de anillo), siendo ρ 1100 kg/m³ y μ siendo de 0,001 Pa·s.

Ejemplo 2: Aparato

20 Se diseñó y fabricó una pluralidad de dispositivos. Algunos de ellos se indican a continuación con los siguientes parámetros:

	Diámetro(s) (mm) en sección transversal:				Longitud(es) (mm):							
	A1	A2	A3	A4	L1	L	L2	L3	L4	L5	H	
1	28	94	125	115	160	15	51	300	230	156	5	
2	28	27	27	17	200	15	54	300	0	0	5	

25 Con el primer aparato, se realizaron pruebas de conservación, entre otras mediciones, de la calidad del producto alimenticio líquido después de 7, 14, 21 y 28 días tras el tratamiento (en comparación con los productos alimenticios líquidos no tratados). Con el segundo aparato, se realizaron pruebas del zumo de naranja (véase ejemplo anterior) y experimentos de levadura (véase también a continuación).

Ejemplo 3: Experimentos con levadura

30 Entre otros, para evaluar el efecto del flujo laminar o turbulento, la temperatura, la rigidez del campo eléctrico, etc. sobre la inactivación de la levadura, se realizaron varios experimentos. El agua con células de levadura añadidas se trató con los mismos parámetros. La única diferencia fue el flujo (frecuencia adaptada al flujo). Los flujos en el aparato 2 de 100 1/h y 200 1/h tienen un perfil de flujo laminar, y los flujos de 300 1/h y 400 1/h tienen un perfil de flujo turbulento. El aparato 1 puede crear un flujo laminar de hasta, al menos, 1200 1/h. Las muestras tratadas se guardaron en pequeñas botellas de plástico. Se midió el tiempo que tardaron las botellas en abultarse debido al CO₂. Cuantas más horas pasan hasta que se abultan, hay más inactivación de las células de levadura, y por lo tanto, existe un período de conservación más largo. La prueba se realizó por triplicado.

40 Los ejemplos 3a y 3b se realizaron a una rigidez de campo eléctrico y temperatura de inicio constantes. La velocidad de flujo se varió.

Ejemplo 3a: Experimento 1 (Y7): efecto del número de Reynolds (flujo laminar) (aparato 2)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
	horas	horas	horas	horas
Sin tratar	-	35	35	35
Caudal 100 1/h	114	115	118	116
Flujo 200 1/h	108	112	-	109
Caudal 300 1/h (no laminar)	99	105	-	102

45

Condiciones del experimento de levadura 1 (Y7)					
Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Número de Reynolds
100	20	2,5	3,7	30	884
200	40	2,5	3,7	30	1768

(continuación)

Condiciones del experimento de levadura 1 (Y7)					
Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Número de Reynolds
300 (no laminar)	60		3,7	30	2653

5 Las horas en la primera tabla indican el tiempo hasta que se abultan las botellas. Por lo tanto, el líquido no tratado ya comenzó a tener una actividad bacteriana significativa a las 35 horas. Las muestras que fueron tratadas podrían aumentar este tiempo sustancialmente, teniendo los flujos laminares (100 1/h y 200 1/h) un mejor efecto que el flujo no laminar (300 1/h).

Experimento 3b (Y9): efecto del número de Reynolds (turbulento) (aparato 2)

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
	horas	horas	horas	horas
Sin tratar	63	63	64	63
Caudal 400 1/h (no laminar)	84	90	101	91
Caudal 200 1/h	106	108	109	108

10

Condiciones del experimento 2 (Y9)					
Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Número de Reynolds
400 (no laminar)	80		3,7	30	3537
200	40	2,5	3,7	30	1768

Aquí se encuentra el mismo efecto que el anterior. También parece que el flujo más rápido no se puede compensar completamente con la frecuencia más alta (véase también más abajo).

15 Los experimentos anteriores se realizaron con el aparato 2; los experimentos resumidos en las siguientes tablas se realizaron con el aparato 1.

Ejemplo 4a: Experimento 1: efecto de las condiciones de tratamiento con respecto al período de conservación (flujo laminar) (aparato 1)

20

Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Rigidez de campo (kV/cm)	Número de Reynolds	Período de conservación de 14 días	Período de conservación de 21 días
400	18	3,1	4,6	45	33,3	648	Sí	Sí
400	18	3,1	4,6	40	33,3	648	Sí	No
400	18	3,1	4,6	35	33,3	648	-	No
500	18	2,4	3,7	45	33,3	811	Sí	Sí
500	18	2,4	3,7	40	33,3	811	Sí	No
500	18	2,4	3,7	35	33,3	811	Sí	No

Ejemplo 4b: Experimento 2: experimento duplicado con condición de 500 1/h y 45 °C (aparato 1)

Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Rigidez de campo (kV/cm)	Número de Reynolds	Período de conservación de 14 días	Período de conservación de 21 días
500	18	2,4	3,7	45	33,3	811	Sí	Sí

25 *Ejemplo 4c: Experimento 3: efecto de la mayor rigidez de campo (flujo laminar) (aparato 1)*

Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Rigidez de campo (kV/cm)	Número de Reynolds	Período de conservación de 14 días	Período de conservación de 21 días
400	18	3,1	4,6	40	40,0	648	Sí	Sí

(continuación)

Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Rigidez de campo (kV/cm)	Número de Reynolds	Período de conservación de 14 días	Período de conservación de 21 días
400	18	3,1	4,6	40	37,3	648	Sí	Sí
400	18	3,1	4,6	40	33,3	648	Sí	No
400	18	3,1	4,6	35	40,0	648	Sí	No
400	18	3,1	4,6	35	37,3	648	Sí	No

Ejemplo 4d: Experimento 4: condiciones experimentales duplicadas 400 1/h y 40 °C (aparato 1)

Flujo (1/h)	Frecuencia (Hz)	# pulsos de partícula más rápida	# pulsos de partícula promedio	Temperatura de inicio (°C)	Rigidez de campo (kV/cm)	Número de Reynolds	Período de conservación de 14 días	Período de conservación de 21 días
400	18	3,1	4,6	40	37,3	648	Sí	Sí

5 *Ejemplo 5: otros datos microbiológicos*

Se obtuvieron datos microbiológicos adicionales (en dos experimentos adicionales), como se describió anteriormente, como función de la rigidez del campo eléctrico con otras condiciones constantes. El recuento total para 33 kV/cm y 40 kV/cm es aproximadamente el mismo hasta los 7 días. Luego, el recuento total aumenta con órdenes ascendentes de 33 kV/cm (al menos tres) de magnitud más fuerte que los 40 kV/cm. De los datos anteriores, parece que se pueden obtener buenos resultados con una temperatura de al menos 35 °C y un campo eléctrico de al menos 35 kV/cm.

15 *Ejemplo 6: simulaciones*

Además, se compararon diferentes geometrías. Se comparó una zona de tratamiento redonda (como una zona de tratamiento tubular) con una zona de tratamiento en forma de anillo (como se define, en especial, en este documento). Ambos se compararon con un flujo laminar a través de la zona de tratamiento y con un flujo turbulento a través de la zona de tratamiento. En un flujo laminar, entre dos placas paralelas, la unidad de líquido más rápida es aproximadamente 1,5 veces más rápida que la velocidad de flujo media. En flujo turbulento, esta es del orden de al menos 3-10 veces. Por lo tanto, para obtener una misma reducción en la vida bacteriana, etc., la frecuencia en los sistemas turbulentos tiene que ser del orden de, al menos, 2-6 veces la frecuencia de los sistemas laminares.

25 A partir de los primeros datos de simulación, se puede deducir una eficacia de tratamiento de la siguiente manera: eficacia de tratamiento en las condiciones elegidas para estas simulaciones y estas geometrías, en donde la eficacia del flujo laminar a través del sistema basado en anillos (tal como se muestra esquemáticamente en las figuras 1-3) se define como el 100 %:

Tipo	Redondo	Redondo	Anillo	Anillo
Flujo	Laminar	Turbulento	Laminar	Turbulento
Eficacia	75 %	15 %	100 %	20 %

30 Por lo tanto, se prefieren los sistemas que permiten el flujo laminar y las condiciones que facilitan el flujo laminar. En esos sistemas y condiciones, los sistemas de anillo parecen funcionar mejor. Los sistemas redondos son, por ejemplo, sistemas con formas puramente tubulares (sin cuerpo de flujo) (por lo tanto, no hay placas paralelas).

35 En función de la reducción en el recuento de bacterias y/o en función del sabor del zumo tratado con el aparato, como se indica en la tabla anterior, se pueden obtener mejores resultados en términos de reducción del recuento de bacterias y/o del sabor con los aparatos que cumplen con las condiciones definidas en el presente documento que con otros aparatos. Los aparatos de peor rendimiento pueden compensarse aumentando la frecuencia, la rigidez del campo eléctrico, la temperatura del líquido al entrar en la zona de tratamiento, etc. Sin embargo, al aumentar la frecuencia y la rigidez de campo, se puede reducir la eficiencia en términos de eficiencia energética, y el aumento de la temperatura puede tener efectos no deseados en el sabor y/o calidad del producto alimenticio líquido. Los campos eléctricos demasiado altos también pueden (por lo tanto) influir negativamente en la percepción de sabor y/o frescura del producto alimenticio líquido.

45 Los patrones de flujo (la velocidad y la dirección de la velocidad de cada partícula de fluido) del producto dentro de los tubos pueden depender en gran medida del número de Reynolds (Re). Los modelos pueden usarse para calcular las curvas de distribución del tiempo de residencia de cada situación, por lo que, en general, se puede diferenciar

entre turbulento y laminar. El control del patrón de flujo exacto es un aspecto específico de esta invención. La inactivación de los microorganismos se expresa mediante la reducción logarítmica de un tratamiento o proceso particular. En la pasteurización en frío utilizando tratamientos de campo eléctrico pulsado, la reducción en 5 log (registros) a menudo se considera un objetivo mínimo del proceso. La reducción en 5 log significa que el tratamiento inactiva el 99,999 % de la población inicial de microorganismos. Por lo tanto, no la partícula de fluido promedio, sino la partícula de fluido más rápida en la zona de tratamiento determina si se obtiene (o no) el objetivo de reducción logarítmica. En esta invención, con la cámara de tratamiento de flujo Poiseuille de pocos Reynolds se garantiza que la partícula de fluido más rápida tenga una velocidad 1,5 veces mayor que la velocidad de la partícula de fluido promedio en la zona de tratamiento. Esto, al contrario que con la cámara de PEF de muchos Reynolds utilizada normalmente, donde la velocidad de la partícula de fluido más rápida es 6x-10x más alta (véanse también las figuras 4a-b). Por lo tanto, los sistemas de PEF clásicos necesitan usar frecuencias de PEF más altas para tratar también estas partículas de fluido rápidas lo suficiente para obtener la reducción en 5 log objetivo. Como resultado, la entrada de energía también puede ser 3-5 veces mayor. El aumento normal de temperatura del producto en la cámara de tratamiento sin enfriamiento con esta invención es de aproximadamente 5-10 °C, mientras que el aumento normal de la temperatura en un sistema PEF clásico es de 20-40 °C o incluso más.

Debido a esta invención, la curva de distribución del tiempo de residencia se puede controlar para que sea un patrón de flujo laminar y, como resultado, se obtiene un aumento de temperatura muy bajo de solo 5-10 °C. Este último puede proporcionar un producto alimenticio con un sabor verdaderamente natural, tal y como lo experimenta un consumidor habitual. El patrón de flujo laminar se produce por las dimensiones de la zona de tratamiento y las dimensiones de la entrada hacia la zona de tratamiento.

Por lo tanto, la invención proporciona un método y dispositivo que se puede usar para reducir el recuento de bacterias con un factor de 1.000 o más, incluso un factor 10.000, y aún más un factor de 100.000 o más mientras se mantiene la temperatura del producto alimenticio líquido a una temperatura de 20 °C o menos por encima de la temperatura con la que entra en la zona de tratamiento. En especial, esto puede permitir el uso anteriormente mencionado al tiempo que mantiene la temperatura del producto alimenticio líquido a una temperatura de 15 °C o menos, por encima de la temperatura con la que entra en una zona de tratamiento. En especial, el aumento de temperatura incluso puede ser de 10 °C o menos.

También quedará claro que la descripción y los dibujos anteriores se incluyen para ilustrar algunas realizaciones de la invención, y no para limitar el alcance de protección de esta invención, que se define en las reivindicaciones. A partir de esta divulgación, para un experto en la materia serán evidentes muchas más realizaciones que estén dentro del alcance de protección de esta invención y que son combinaciones obvias de técnicas de la técnica anterior y de la divulgación de esta patente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para tratar un producto alimenticio líquido, en donde dicho producto alimenticio líquido se guía a través de un dispositivo (1) para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) en un flujo de fluido, comprendiendo dicho dispositivo (1) una cámara (7) que comprende una entrada (2) con un área de sección transversal de entrada (A1), una salida (3), una zona de tratamiento en forma de anillo (4) dispuesta entre la entrada y la salida, una parte que se ensancha (22) entre dicha entrada (2) y dicha zona de tratamiento (4), un cuerpo de flujo (8) en dicha cámara (7), que proporciona en dicha cámara (7) la zona de tratamiento en forma de anillo (4), y al menos un primer electrodo (V1) y un segundo electrodo (V2), colocados para proporcionar un campo eléctrico axial en dicha zona de tratamiento (4), en donde la zona de tratamiento en forma de anillo (4) está definida por la superficie interior de la cámara (7) y la superficie exterior del cuerpo de flujo (8), en donde dicho cuerpo de flujo (8) en su extremo corriente atrás está provisto de una punta (12), en donde dicha cámara (7) tiene una región en forma de anillo (20) corriente atrás de y que se conecta a dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha región corriente atrás en forma de anillo (20) tiene una longitud axial (L1) de al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde dicha región corriente atrás en forma de anillo (20) tiene un área de sección transversal (A3 menos A4) entre 0,9 y 2,0 veces el área de la sección transversal de dicha zona de tratamiento (4), y en donde dicha zona de tratamiento (4) tiene forma de anillo circular, en donde dicha cámara (7) comprende dicha parte que se ensancha (22) entre dicha entrada (2) y dicha región corriente atrás en forma de anillo (20), en donde dicha parte que se ensancha (22) se ensancha gradualmente en el área de la sección transversal desde dicha entrada (2) en una dirección corriente adelante, en donde dicha área de sección transversal de dicha la entrada (2) en una dirección corriente adelante se dilata gradualmente hasta que el área de sección transversal es al menos 5 veces más grande con respecto a dicha área de sección transversal de la entrada (A1), y en donde más corriente adelante dicha cámara (7) comprende dicho cuerpo de flujo (8), configurado para continuar dicha sección transversal en forma de anillo con una reducción suave y gradual del área de sección transversal en sentido corriente adelante de al menos 1,5 veces y hasta la zona de tratamiento en forma de anillo (4), en donde dicha cámara (7) tiene además una región en forma de anillo corriente adelante (21) de y que se conecta a dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) tiene una longitud axial (L2) de al menos dos veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde la longitud (L) de la zona de tratamiento (4) es de entre 2 y 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), en donde el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4) es al menos 1,5 veces el área de sección transversal (A1) de dicha entrada (2), en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante tiene un área de sección transversal entre 0,9 y 2,0 veces el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo (20) corriente atrás de dicha zona de tratamiento (4) es sustancialmente constante por una longitud axial de al menos 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), y en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) de la zona de tratamiento (4) es sustancialmente constante por una longitud axial de al menos 2 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), en donde dicho primer electrodo (V1) está colocado corriente atrás de dicha zona de tratamiento (4) y dicho segundo electrodo (V2) está colocado corriente adelante de dicha zona de tratamiento (4) para proveer a dicho campo eléctrico axial pulsado de líneas de campo sustancialmente paralelas a una dirección de flujo (F) del fluido en dicha zona de tratamiento (4) cuando dicho dispositivo (1) está en funcionamiento, comprendiendo el método además la provisión del producto alimenticio líquido en un flujo laminar en la zona de tratamiento en forma de anillo (4) y la aplicación de un campo eléctrico pulsado entre dicho primer electrodo y segundo electrodo, en donde se aplica una diferencia de potencial en dichos electrodos para proporcionar un campo eléctrico de 20-60 kV/cm en dicha zona de tratamiento (4), y en donde se aplica una diferencia de potencial en dichos electrodos con una frecuencia de pulsos de menos de 100 Hz y con un ancho de pulso de 1-5 microsegundos.
2. El método según la reivindicación 1, que comprende además proporcionar dicho producto alimenticio líquido con una temperatura seleccionada del intervalo de 35-55 °C en dicha zona de tratamiento (4).
3. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se establece una frecuencia de pulso del campo eléctrico con respecto a una velocidad de flujo del fluido, de manera que la fracción de fluido más rápida recibe entre 1 y 8 pulsos.
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la longitud axial (L1) de la región en forma de anillo corriente atrás (20) es al menos diez veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde la longitud axial (L2) de dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) es al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H).
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde se selecciona un cociente de dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento y el área de sección transversal (A1) de dicha entrada (2) para reducir la velocidad de flujo del fluido entrante hasta una región de velocidad de flujo laminar en una región de velocidad de flujo operacional de dicho dispositivo, más en particular, dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4) es al menos tres veces el área de sección transversal (A1) de dicha entrada (2).
6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicha parte que se

ensancha (22) comprende una parte que se ensancha en forma de cono, en donde dicha parte que se ensancha se ensancha gradualmente en el área de sección transversal desde dicha entrada en dirección corriente adelante, en donde la zona de sección transversal se ensancha entre 1,5 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada (A1), en particular, entre 2 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada (A1).

5 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho primer electrodo comprende un par de electrodos concéntricos y dicho segundo electrodo comprende un par de electrodos concéntricos.

10 8. Un dispositivo (1) para aplicar un tratamiento de campo eléctrico pulsado de alta tensión (PEF) en un flujo de fluido de un producto alimenticio líquido, comprendiendo dicho dispositivo (1) una cámara (7) que comprende una entrada (2) con un área de sección transversal de entrada (A1), una salida (3), una zona de tratamiento en forma de anillo (4) dispuesta entre la entrada y la salida, una parte que se ensancha (22) entre dicha entrada (2) y dicha zona de tratamiento (4), un cuerpo de flujo (8) en dicha cámara (7) que proporciona en dicha cámara (7) la zona de tratamiento con forma de anillo (4), y al menos un primer electrodo (V1) y un segundo electrodo (V2) colocados para proporcionar un campo eléctrico axial en dicha zona de tratamiento (4), en donde la zona de tratamiento con forma de anillo (4) está definida por la superficie interior de la cámara (7) y la superficie exterior del cuerpo de flujo (8), en donde dicho cuerpo de flujo (8) en su extremo corriente atrás está provisto de una punta (12), en donde dicha cámara (7) tiene una región en forma de anillo (20) corriente atrás de y que se conecta a dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha región en forma de anillo corriente atrás (20) tiene una longitud axial (L1) de al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde dicha región en forma de anillo corriente atrás (20) tiene un área de sección transversal (A3 menos A4) entre 0,9 y 2,0 veces el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4), y en donde dicha zona de tratamiento (4) tiene forma de anillo circular, en donde dicha cámara (7) comprende dicha parte que se ensancha (22) entre dicha entrada (2) y dicha región en forma de anillo corriente atrás (20), en donde dicha parte que se ensancha (22) se ensancha gradualmente en el área de sección transversal desde dicha entrada (2) en una dirección corriente adelante, en donde dicha área de sección transversal de dicha entrada (2) en una dirección corriente adelante se dilata gradualmente hasta que el área de sección transversal es al menos 5 veces más grande con respecto a dicha área de sección transversal de entrada (A1), y en donde más corriente adelante dicha cámara (7) comprende dicho cuerpo de flujo (8), configurado para continuar dicha sección transversal en forma de anillo con una reducción suave y gradual del área de sección transversal en una dirección más corriente adelante de al menos 1,5 veces y hasta la zona de tratamiento en forma de anillo (4), en donde dicha cámara (7) tiene además una región en forma de anillo corriente adelante (21) de y que se conecta a dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) tiene una longitud axial (L2) de al menos dos veces la altura de la zona de tratamiento (H), en donde la longitud (L) de la zona de tratamiento (4) es de entre 2 y 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), en donde el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4) es al menos 1,5 veces el área de sección transversal (A1) de dicha entrada (2), en donde dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) tiene un área de sección transversal entre 0,9 y 2,0 veces el área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4), en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo (20) corriente atrás de dicha zona de tratamiento (4) es sustancialmente constante por una longitud axial de al menos 5 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), en donde dicha área de sección transversal de dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) de la zona de tratamiento (4) es sustancialmente constante por una longitud axial de al menos 2 veces la altura (H) de la zona de tratamiento (4), y en donde se selecciona un cociente de dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento y el área de la sección transversal (A1) de dicha entrada (2) para reducir la velocidad de flujo del fluido entrante hasta una región de velocidad de flujo laminar en una región de velocidad de flujo operacional de dicho dispositivo, en donde dicho primer electrodo (V1) se coloca corriente atrás de dicha zona de tratamiento (4) y dicho segundo electrodo (V2) se coloca corriente adelante de dicha zona de tratamiento (4) para proveer a dicho campo eléctrico axial pulsado de líneas de campo sustancialmente paralelas a una dirección de flujo (F) del fluido en dicha zona de tratamiento (4) cuando dicho dispositivo (1) está en funcionamiento.

50 9. El dispositivo (1) según la reivindicación 8, en donde la longitud axial (L1) de la región en forma de anillo corriente atrás (20) es al menos diez veces la altura de la zona de tratamiento (H) y la longitud axial (L2) de dicha región en forma de anillo corriente adelante (21) es al menos cinco veces la altura de la zona de tratamiento (H).

55 10. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-9, en el que dicha área de sección transversal de dicha zona de tratamiento (4) es al menos tres veces el área de sección transversal (A1) de dicha entrada (2).

60 11. El dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde dicha parte que se ensancha (22) comprende una parte que se ensancha en forma de cono, en donde dicha parte que se ensancha se ensancha gradualmente en el área de sección transversal desde dicha entrada en sentido corriente adelante, en donde el área de sección transversal se ensancha hasta entre 1,5 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada (A1), en particular, entre 2 y 10 veces el área de sección transversal de la entrada (A1).

65 12. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que comprende además una unidad de desplazamiento de fluido (23), dispuesta para desplazar un fluido a través de dicha cámara (7) y provista de un

ajuste para proporcionar una tasa de flujo con un flujo laminar en dicha zona de tratamiento (4).

- 5 13. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 8-12, en el que dicho primer electrodo (V1) comprende un par de electrodos concéntricos y dicho segundo electrodo (V2) comprende un par de electrodos concéntricos.
- 10 14. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 8-13, que comprende al menos una parte de electrodo reemplazable (5, 5') corriente atrás de dicha zona de tratamiento (4), y una segunda parte de electrodo reemplazable (6, 6') corriente adelante de dicha zona de tratamiento (4).
- 15 15. Uso del método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 o el dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-14 para pasteurizar o esterilizar un producto alimenticio líquido.
16. Uso de acuerdo con la reivindicación 15 para reducir el recuento de bacterias (UFC/ml) en un factor 1000 o superior en dicho producto alimenticio líquido, en donde el producto alimenticio líquido comprende un zumo de fruta o néctar de fruta.

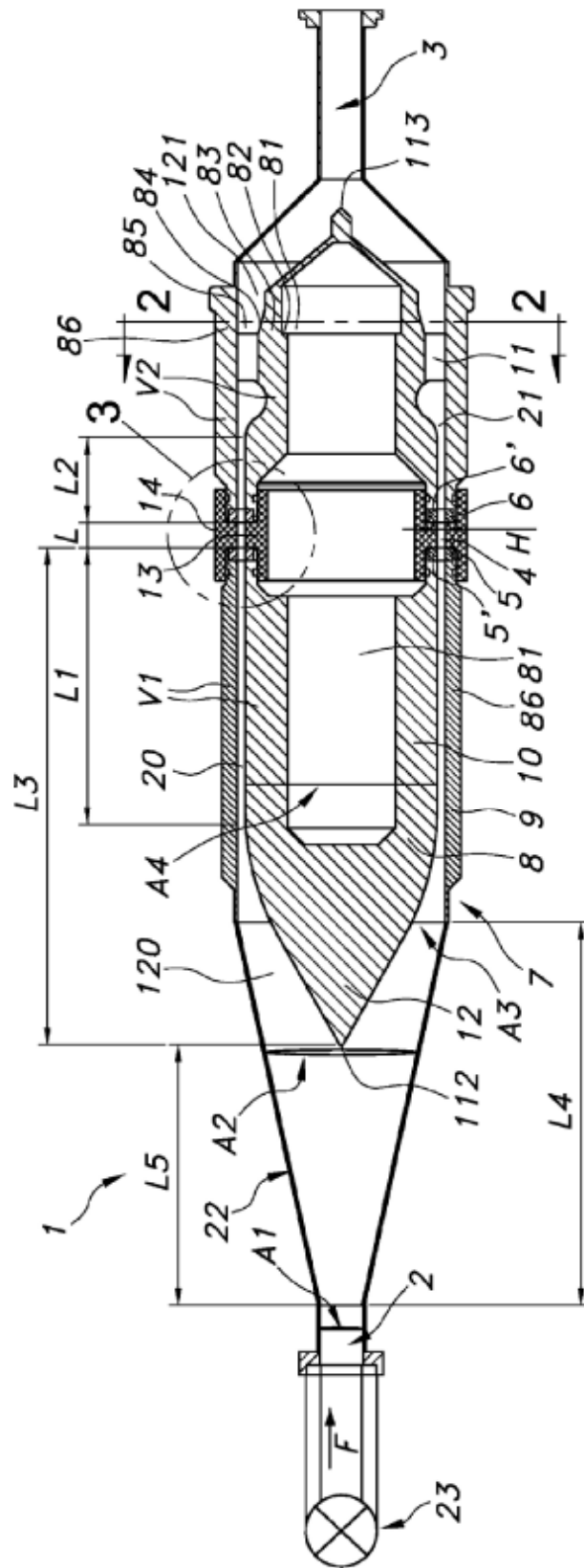


FIG. 1

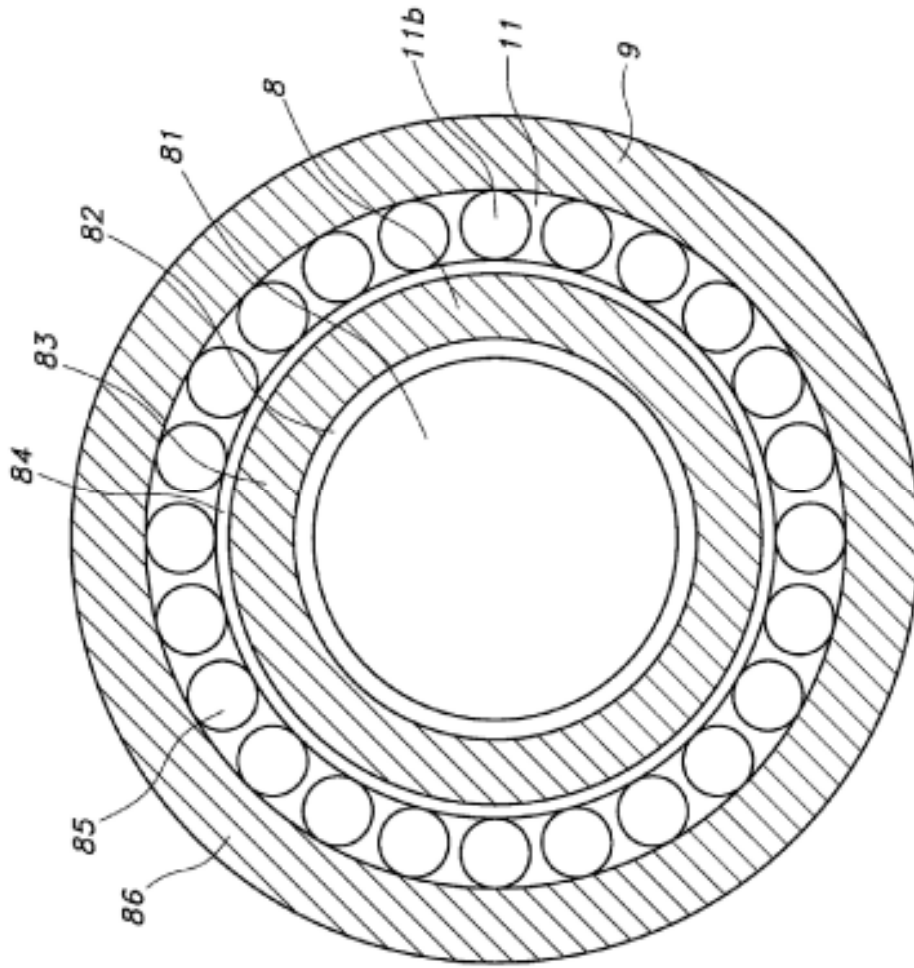


FIG. 2

