

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 729**

51 Int. Cl.:

**H05B 3/00** (2006.01)

**H05B 3/60** (2006.01)

**F24H 1/10** (2006.01)

**B01D 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2012** **E 12382193 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017** **EP 2667684**

54 Título: **Aparato y método para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2017**

73 Titular/es:

**FRUIT TECH NATURAL, S.A. (100.0%)**  
**Ctra. Madrid-Cartagena, Km 390**  
**30100 Espinardo, Murcia, ES**

72 Inventor/es:

**ZACK, YORAM**

74 Agente/Representante:

**CASTELLO FERRER, María Isabel**

**ES 2 644 729 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

Aparato y método para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas

5 La invención se refiere a un electrodo para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a través del mismo, y también a un aparato que comprende tales electrodos. La invención se refiere además a un método para calentar un líquido conductor que fluye.

10 En el contexto de la presente invención, un 'líquido' significa un líquido eléctricamente conductor y abarca los líquidos con partículas, es decir, los líquidos que tienen partículas sólidas mezcladas en su interior, por ejemplo los zumos con pulpa. Pero, por supuesto, la invención es igual de adecuada para líquidos sin partículas.

## Antecedentes de la técnica

15 Es conocido calentar un líquido conductor haciendo circular una corriente eléctrica en el mismo a través de un par de electrodos, siendo el líquido conductor el elemento resistivo que se calienta eléctricamente. Esto se llama calentamiento óhmico o resistivo y se ha aplicado a la esterilización de productos alimenticios tales como los zumos de frutas. Con esta tecnología, el calentamiento es más uniforme y puede completarse en muy poco tiempo, pero pueden surgir problemas.

20 Por ejemplo, si la densidad de corriente (la corriente eléctrica dividida por el área del electrodo) es demasiado alta pueden producirse la formación de arcos eléctricos, lo que lleva a la alimentación del electrodo y a la consiguiente contaminación del producto alimenticio con las partículas del electrodo. La formación de arcos eléctricos es la producción de un arco eléctrico, es decir, una ruptura eléctrica de un gas que resulta de una corriente que fluye a través de un medio normalmente no conductor, tal como el aire.

La patente US5583960 reconoce que "muchas de las dificultades encontradas hasta ahora en el calentamiento eléctrico se han provocado por fenómenos que ocurren en y junto a las superficies de los electrodos cuando los electrodos se someten a relativamente altas densidades de corriente", y desvela un aparato que "puede incluir una estructura dieléctrica que define un primer conducto alargado que tiene unos extremos de entrada y salida y puede incluir también un medio que define unas superficies de electrodos primera y segunda dispuestas adyacentes a los extremos del primer conducto de tal manera que un material fluido conductor que pasa a través del primer conducto hará contacto con las superficies de electrodo primera y segunda (...) ambas superficies de electrodo están dispuestas en el exterior del extremo adyacente del primer conducto y a una distancia sustancialmente uniforme del conducto y cada una de las superficies de electrodo tiene un área mayor que el área de sección transversal media del conducto (...) cada superficie de electrodo está, en general, en la forma de una región superficial de una esfera que tiene su centro en el eje central del extremo de conducto adyacente (...) la estructura dieléctrica incluye deseablemente una sección de transición asociada con cada extremo del conducto, extendiéndose la sección de transición desde el extremo del conducto hacia la superficie de electrodo asociada con tal extremo de conducto (...) esta estructura de pared puede estar, en general, en la forma de una superficie de revolución tal como un cono, paraboloides o similar que tiene un diámetro que aumenta progresivamente en la dirección desde el extremo del conducto hacia la superficie de electrodo (...) y está conectado al electrodo alrededor de la periferia de la superficie de electrodo. El electrodo puede tener uno o más puertos que se extienden a través de la superficie de electrodo de tal manera que un fluido conductor a calentar puede pasar a través del puerto de un electrodo, a través de un conducto de transición, a través del primer conducto y a través del otro conducto de transición y el puerto del otro electrodo (...) los ejes de los puertos se inclinan en la misma dirección con respecto al eje central del conducto, de tal manera que los puertos están dispuestos en un patrón en general helicoidal", con el fin de reducir la densidad de corriente en la superficie de los electrodos.

50 Sin embargo, el inventor ha descubierto que al calentar un líquido con partículas (por ejemplo, un zumo de naranja con pulpa) con el aparato del documento US5583960, aparecen pulpa calcinada y partículas de electrodo en el líquido calentado, y después de algún tiempo la superficie exterior del electrodo que está en contacto con el líquido está mordida, especialmente en la periferia. Este último detalle es específicamente preocupante debido a que hay una junta entre la periferia plana de dicha superficie del electrodo y la sección de transición de la estructura dieléctrica, y por lo tanto el daño al electrodo también puede dañar la junta.

60 El documento JPH0739320 desvela un aparato de calentamiento provisto de unas unidades de calentamiento, cada una compuesta de un cilindro y al menos dos electrodos unidos al cilindro interponiendo un espacio preestablecido. Cada unidad de calentamiento está unida a un miembro de soporte en un estado inclinado con un ángulo de inclinación ajustable y un objeto de calentamiento que se suministra desde el extremo inferior y se transfiere hacia el extremo superior.

65 El documento GB2301271 desvela un dispositivo de calentamiento óhmico provisto de una disposición de dos electrodos concéntricos, un primer electrodo (externo) (20) y un segundo electrodo (interno) (50). El líquido puede entrar en el primer electrodo a través de un tubo de entrada (30) y salir a través de un tubo de salida (34). Un canal (58) en el interior del cuerpo del primer electrodo conecta el tubo de entrada y el tubo de salida; el segundo electrodo



está sumergido en el canal, de tal manera que tanto el primero como el segundo electrodo presentan grandes superficies conductoras con el fin de dispersar la corriente y reducir la densidad de corriente sobre dichas superficies. Sin embargo, la disposición concéntrica y las grandes superficies hacen que estos electrodos sean engorrosos, extensos y no prácticos.

5

### Sumario de la invención

Es un objeto de la presente invención proporcionar una configuración de electrodo que evite, o al menos limite, los inconvenientes indicados anteriormente.

10

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, el electrodo comprende una entrada y una salida que están conectadas de manera fluida y están dispuestas de tal manera que hay un cambio de dirección de  $60^{\circ}$ - $120^{\circ}$  entre la entrada y la salida, y preferentemente de  $73^{\circ}$ - $107^{\circ}$ . Esto implica un cambio brusco de dirección del flujo al pasar de la entrada a la salida, lo que promueve turbulencias que hacen que el contacto entre la superficie del electrodo y el líquido conductor dure más tiempo, y mejore de este modo la transmisión de corriente entre la superficie y el líquido, y se disperse la corriente más uniformemente a través de dicha superficie, reduciendo de este modo la densidad de corriente en la periferia del mismo. En principio, el ángulo más preferido entre la entrada y la salida es de  $90^{\circ}$ .

15

La entrada es un paso y la salida es un puerto o viceversa, en función del sentido del flujo, y el puerto y el paso se intersecan, de tal manera que el propio puerto se separa del paso con un ángulo importante, lo que mejora la turbulencia.

20

El puerto tiene una abertura exterior en la superficie exterior del electrodo donde se realiza la transmisión de corriente. Se supone que el puerto es la salida del electrodo. El cambio brusco de dirección desde el paso al puerto provoca una turbulencia en el flujo en y después de que el puerto reduzca la velocidad de avance del líquido en la proximidad de dicha superficie exterior, especialmente cerca de la región central del mismo, con el efecto de que el líquido tiene un contacto más largo con la región central de la superficie exterior y, en consecuencia, se transmite más corriente del electrodo al líquido a través de dicha región central y se transmite menos corriente a través de la periferia de la superficie exterior. Como se ha explicado anteriormente, esto dispersa la corriente más uniformemente sobre dicha superficie exterior y reduce la densidad de corriente en su periferia.

25

30

La superficie exterior del electrodo donde se realiza la transmisión de corriente puede ser cóncava, de tal manera que el contacto eléctrico entre el líquido conductor y la región central de la superficie exterior cóncava puede ser más prolongado.

35

En una realización, la razón entre la anchura del paso y la anchura del puerto es mayor que 2, y preferentemente mayor que 3, es decir, la sección transversal del paso es mucho mayor que la sección transversal del puerto. Cuando el puerto y el paso son cilíndricos, dichas anchuras son los diámetros respectivos.

40

En algunas realizaciones, el electrodo comprende al menos seis de tales puertos; los puertos pueden divergir tal como se ven desde el paso, con el fin de aumentar las turbulencias en la proximidad de la superficie exterior (cóncava). En este caso, solo dos puertos pueden separarse del paso con un ángulo de  $90^{\circ}$ , es decir, los puertos diametralmente opuestos localizados en la dirección axial del paso.

45

Una celda para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a través de la misma puede comprender dos electrodos como el descrito en los párrafos anteriores, y un tubo dieléctrico que conecta de manera fluida los dos electrodos. Los dos electrodos pueden estar en un potencial diferente y por lo tanto una corriente eléctrica puede pasar a través del líquido que fluye de un electrodo al otro.

50

Un aparato para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a su través puede comprender al menos un grupo de tres celdas como el descrito en el párrafo anterior, estando las tres celdas conectadas de manera fluida en serie.

55

En algunas realizaciones, la celda intermedia está dispuesta más alta que una celda y más baja que la otra celda, de tal manera que el flujo es, en general, hacia arriba. Cualquier celda puede disponerse con su tubo dieléctrico en una disposición sustancialmente vertical.

60

El aparato puede comprender al menos un grupo subsiguiente de tres celdas que está conectado de manera fluida al grupo antecedente de tres celdas, es decir, el grupo subsiguiente es consecutivo al grupo antecedente, pero no necesariamente superior. Los términos 'antecedente' y 'subsecuente' se refieren al sentido del flujo.

65

En algunas realizaciones, el pasaje en el tubo dieléctrico de cualquier celda del grupo subsiguiente es más estrecho que el pasaje en el tubo dieléctrico de cualquier celda del grupo antecedente, de tal manera que el calentamiento en las celdas del grupo subsiguiente es en principio menos intenso que el calentamiento en las celdas del grupo antecedente, debido a que la resistencia eléctrica de un conductor estrecho (el cilindro del líquido en el tubo dieléctrico) es mayor que la resistencia eléctrica de un conductor más ancho. En la práctica, se suministra el mismo



calor al líquido conductor en las celdas del grupo subsiguiente debido a que el líquido está a una temperatura más alta que en las celdas del grupo anterior y, por consiguiente, su conductividad es también más alta.

5 En algunas realizaciones, cualquiera de los dos electrodos consecutivos que pertenecen a celdas diferentes está conectado por un elemento conductor, es decir, dichos dos electrodos son el mismo punto eléctrico. Con tensión trifásica, esto significa que, cuando hay dos grupos de tres celdas y, por consiguiente, 12 electrodos, el primer, cuarto, quinto, ocho, noveno y duodécimo electrodos están conectados a tierra, el segundo y el tercer electrodos están conectados a una fase, el sexto y el séptimo electrodo están conectados a otra fase, y el décimo y el undécimo electrodos están conectados a la otra fase.

10 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, un método de calentar un líquido conductor que fluye comprende el uso de un aparato como se describe en los párrafos anteriores, en el que la tensión aplicada a cualquier celda es sustancialmente la misma, lo que significa que, en el caso de la tensión trifásica, no hay necesidad de ajustar la tensión de cualquier fase.

15 En algunas realizaciones, el aumento de la temperatura del líquido en cualquier celda es sustancialmente la misma. Esto puede lograrse, por ejemplo, estrechando el tubo dieléctrico de las celdas subsiguientes, como se ha explicado anteriormente, o, menos preferido, reduciendo la tensión aplicada a las celdas subsiguientes.

20 Preferentemente, el flujo en cualquier grupo de tres celdas es en general hacia arriba, de tal manera que las burbujas de aire que puedan quedar en el líquido y puedan contribuir a la formación de arcos eléctricos son libres de ir hacia arriba, lo que facilita su extracción a través de la parte superior de cualquier celda.

#### 25 Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones específicas de la presente invención se describirán a continuación, solo a modo de ejemplo no limitativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1A es una vista superior de un electrodo;  
la figura 1B es una vista en perspectiva del electrodo;  
la figura 1C es una vista en sección transversal lateral del electrodo;  
la figura 2 es una vista en sección transversal lateral de una celda con dos electrodos; y  
la figura 3 es una vista esquemática de dos grupos de tres celdas.

#### 35 Descripción de las realizaciones particulares

Haciendo referencia a la figura 1, el electrodo 10 es, en general, cilíndrico y está fabricado de grafito. Comprende un paso 11 y varios puertos 12 conectados de manera fluida al paso en el interior del electrodo. Hay un ángulo de aproximadamente 90° entre el paso y los puertos, por ejemplo de 73°-107°, y los puertos son algo divergentes tal como se ve desde el paso. Las aberturas exteriores de los puertos 12 se encuentran sobre una superficie exterior cóncava 13 del electrodo, que es la superficie del electrodo que transmite la mayor parte de la corriente al líquido conductor que fluye a través del paso 11 y los puertos 12. Una superficie plana periférica 14 adyacente a la superficie cóncava 13 se usa para sellar el tope contra un tubo dieléctrico 20 que une y conecta de manera fluida los dos electrodos 10 (véase la figura 2).

45 El tubo dieléctrico 20 comprende un pasaje central 21 y dos extremos más anchos 22 que, con una configuración ahusada, conecta la región central 21 a las superficies cóncavas 13 y a los puertos 12 de los electrodos 10. Este conjunto constituye una celda de calentamiento óhmico 50. En funcionamiento, un electrodo está conectado eléctricamente a tierra y el otro electrodo está conectado eléctricamente al suministro de alimentación, de tal manera que hay una circulación de corriente a través del líquido (por ejemplo, un zumo de fruta) que fluye entre los electrodos y a través del tubo dieléctrico 20.

50 Puede ser necesario aumentar la temperatura del líquido de, por ejemplo, 50 °C a 105 °C en un tiempo muy corto. Esto puede hacerse con seis celdas 50 dispuestas en serie, de tal manera que la temperatura del líquido se aumenta aproximadamente 9 °C en cada celda. La figura 3 muestra una disposición de este tipo en forma de una estructura 100.

La estructura 100 comprende seis celdas 50 dispuestas en serie. Los dos electrodos de cualquier celda están a potenciales diferentes, pero dos electrodos consecutivos pertenecientes a dos celdas diferentes están en el mismo potencial, es decir, conectados eléctricamente a la misma fase R, S o T (o al neutro O) de un suministro de alimentación trifásica. La figura 3 muestra esquemáticamente los tubos 60 que conectan, tanto fluida como eléctricamente, cualquier par de electrodos consecutivos. El primer y el último electrodo están conectados al neutro (tierra), y por lo tanto, se logra un perfecto equilibrio eléctrico entre las fases.

65 Es bien conocido que la conductividad aumenta con la temperatura y también que es proporcional al área de sección transversal del conductor. En el presente caso, el conductor es el cilindro del líquido conductor que fluye a través del

pasaje central 21 del tubo dieléctrico 20. La conductividad de este líquido es más alta corriente abajo debido a que el líquido ya se ha calentado. Por lo tanto, el aumento de la temperatura del líquido en una celda corriente abajo es mayor que en una celda corriente arriba, siempre y cuando las dimensiones y la tensión sean las mismas. Existen básicamente dos maneras de conseguir el mismo aumento de temperatura en todas las celdas: disminuir la tensión aplicada a las celdas corriente abajo o disminuir el área de sección transversal del pasaje central 21 de las celdas corriente abajo. La última disposición haría que la resistencia del cilindro del líquido conductor que fluye a través del pasaje central 21 de una celda corriente abajo sea mayor que la de una celda corriente arriba si el líquido está a la misma temperatura; ya que la temperatura del líquido se incrementa progresivamente corriente abajo, la anchura de los pasajes centrales 21 de las celdas sucesivas 50 puede estrecharse adecuadamente con el fin de tener sustancialmente el mismo aumento de temperatura en todas las celdas. Por ejemplo, el diámetro del pasaje central de la primera celda puede ser de 30 mm y el diámetro del pasaje central de la última celda puede ser de 25 mm.

Las celdas se disponen con los tubos dieléctricos en una disposición vertical, estando una celda colocada más alta que la celda anterior, de tal manera que el flujo se ve obligado a ser hacia arriba. Esto facilita el movimiento hacia arriba de las burbujas de aire que podrían estar en el líquido, de tal manera que puedan extraerse fácilmente a través de la parte superior de las celdas. Con el fin de evitar que la estructura 100 sea demasiado alta, las seis celdas pueden dividirse en dos grupos de tres celdas colocadas a la misma altura, como se muestra en la figura 3, en la que las líneas en negrita representan las tuberías para el flujo del líquido y su sentido.

Aunque solo se han mostrado y descrito unas realizaciones específicas de la invención en la presente memoria descriptiva, un experto en la materia será capaz de introducir modificaciones y sustituir cualquier característica técnica de las mismas con otras que sean técnicamente equivalentes, en función de los requisitos específicos de cada caso, sin alejarse del alcance de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.



REIVINDICACIONES

- 5 1. Electrodo (10) para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a través del mismo, que comprende una entrada y una salida que están conectadas de manera fluida y están dispuestas de tal manera que hay un cambio de dirección de 60°-120° entre la entrada y la salida, **caracterizado por que** la entrada es un paso (11) y la salida es un puerto (12) o la entrada es un puerto (12) y la salida es un paso (11), y el puerto y el paso se intersecan.
- 10 2. Electrodo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cambio de dirección es de 73°-107°.
3. Electrodo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el puerto (12) tiene una abertura externa sobre una superficie exterior (13) del electrodo, y dicha superficie (13) es cóncava.
- 15 4. Electrodo de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la razón entre la anchura del paso y la anchura del puerto es mayor que 3.
5. Electrodo de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, que comprende al menos seis de tales puertos.
- 20 6. Electrodo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los puertos son divergentes tal como se ven desde el paso.
- 25 7. Celda (50) para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a través de la misma, que comprende dos electrodos (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y un tubo dieléctrico (20) que conecta de manera fluida los dos electrodos.
8. Aparato para el calentamiento óhmico de un líquido con partículas que fluye a través del mismo, que comprende un grupo de tres celdas (50) de acuerdo con la reivindicación 7, de tal manera que las tres celdas están conectadas de manera fluida en serie.
- 30 9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la celda intermedia está dispuesta más arriba que una celda y más abajo que la otra celda.
10. Aparato de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en el que cualquier celda está dispuesta con su tubo dieléctrico en una disposición sustancialmente vertical.
- 35 11. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, que comprende al menos un grupo subsiguiente de tres celdas que está conectado de manera fluida al grupo antecedente de tres celdas.
- 40 12. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el pasaje (21) en el tubo dieléctrico de cualquier celda del grupo subsiguiente es más estrecho que el pasaje en el tubo dieléctrico de cualquier celda del grupo antecedente.
13. Aparato de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que cualquiera de dos electrodos consecutivos pertenecientes a diferentes celdas están conectados eléctricamente por un elemento conductor (60).
- 45 14. Método para calentar un líquido conductor que fluye, que comprende el uso de un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, y en el que la tensión aplicada a cualquier celda es sustancialmente la misma.
- 50 15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el aumento de la temperatura del líquido en cualquier celda es sustancialmente el mismo.

FIG. 1A

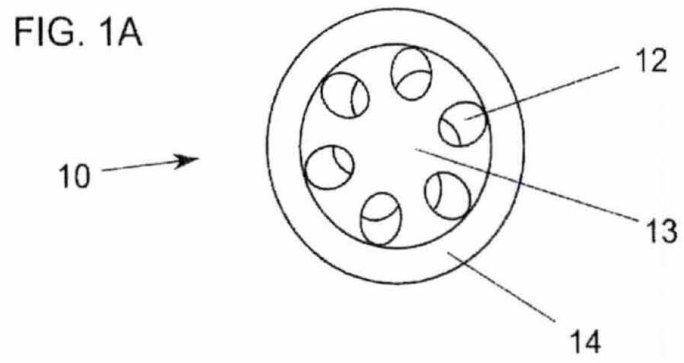


FIG. 1B

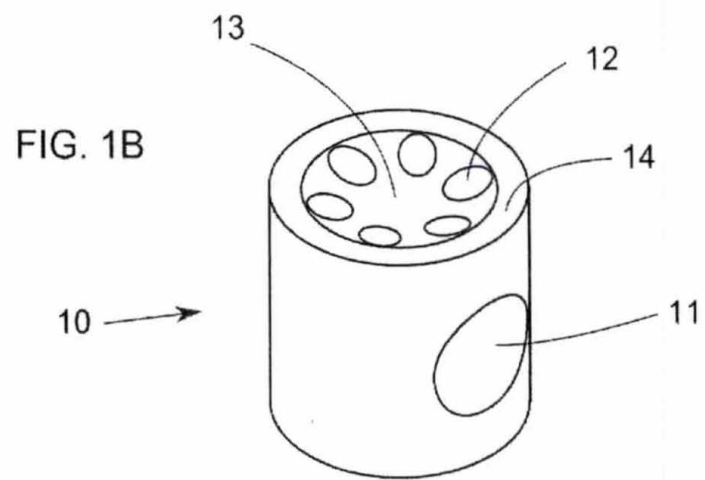


FIG. 1C

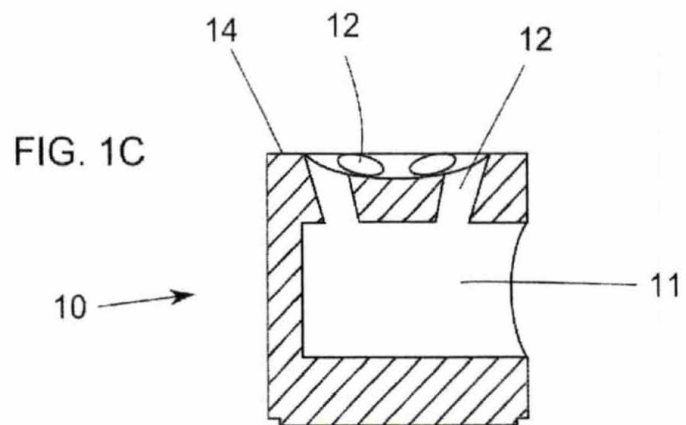
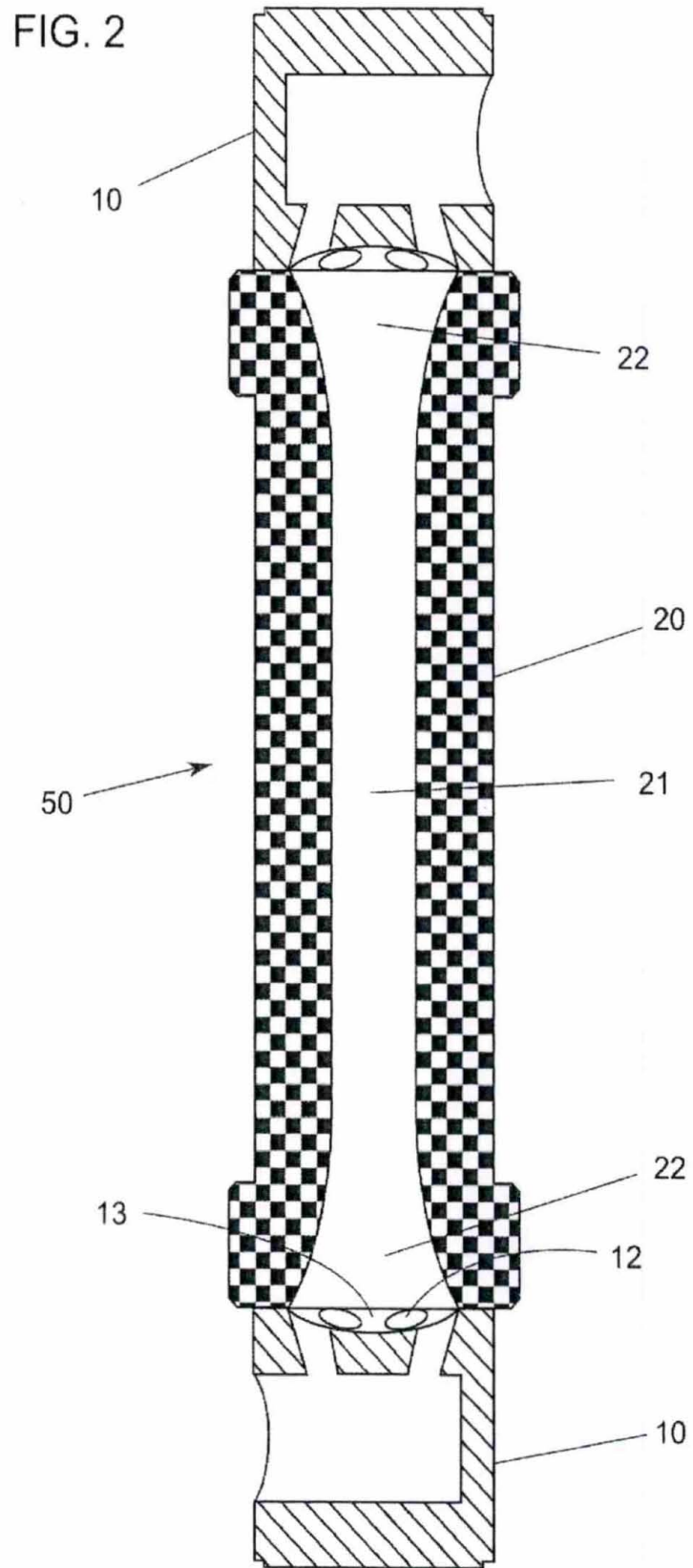


FIG. 2





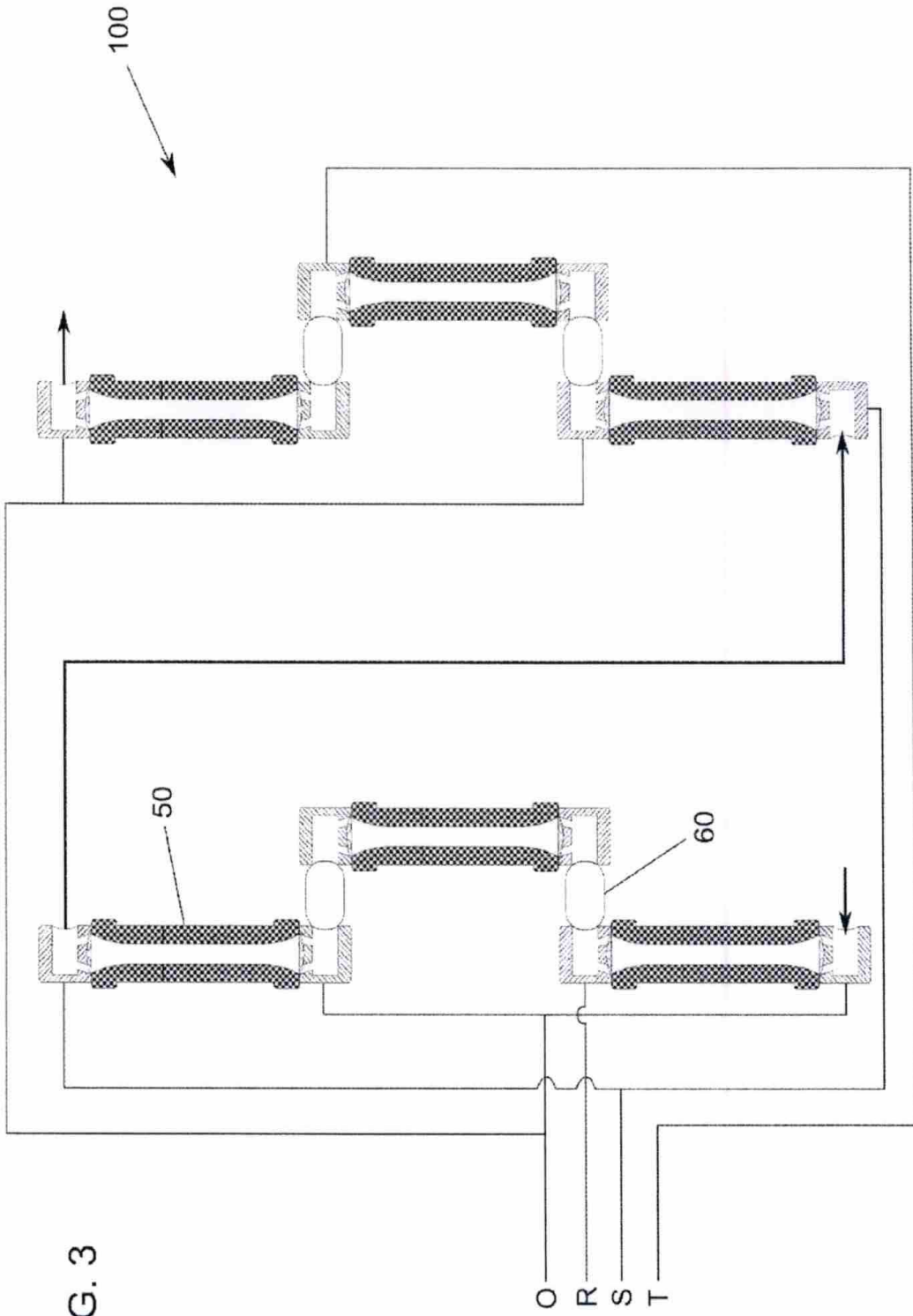


FIG. 3

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- 10
- US 5583960 A [0005] [0006]
  - JP H0739320 B [0007]
  - GB 2301271 A [0008]