

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 054**

51 Int. Cl.:
G21G 1/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05425451 .1**

96 Fecha de presentación: **22.06.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1736997**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54

Título: **SISTEMA PARA PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE RADIOISÓTOPOS.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.12.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.12.2011

73

Titular/es:
**COMECER S.P.A.
VIA EMILIA PONENTE, 390
48014 CASTEL BOLOGNESE, IT**

72

Inventor/es:
Bedeschi, Paolo

74

Agente: **Espiell Volart, Eduardo María**

ES 2 371 054 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

La presente invención se refiere a un sistema para producción automática de radioisótopos.

Desde hace tiempo los radioisótopos se producen mediante irradiación de energía media o baja (5 a 30 MeV) para uso médico y se usan en muchas aplicaciones científicas e industriales importantes, siendo la más destacada como trazadores: los fármacos radioactivos se sintetizan mediante reacciones con precursores no radioactivos adecuados y, cuando se administran al cuerpo humano, permiten el diagnóstico por Tomógrafo de Emisión de Positrones (PET) y el control del tratamiento, en particular de tumores. Midiendo la radiación, también se pueden controlar las transformaciones del elemento y/o de la molécula relacionada, lo cual resulta útil en química (estudios de mecanismos de reacción), en biología (estudios de genética del metabolismo) y, como se ha indicado, en medicina para diagnóstico y tratamiento.

En los sistemas conocidos para producir radioisótopos el único paso automatizado es entre la estación de irradiación y la estación de purificación, donde el radioisótopo deseado se separa tanto del material portador de blanco y el blanco no reactivo, como de las impurezas (W09707122).

Además, en los sistemas de producción conocidos, el portador de blanco, en el cual se deposita el isótopo de metal para irradiación, se disuelve junto con el blanco irradiado y, posteriormente, se elimina del radioisótopo formado mediante un proceso de purificación.

En otras palabras, en los sistemas conocidos anteriores, el blanco, una vez depositado en el portador de blanco, se coloca manualmente en la estación de irradiación y la purificación es más compleja y requiere más tiempo del necesario para separar simplemente el radioisótopo formado del isótopo inicial.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema para producción automática de radioisótopos, diseñado para mejorar la eficiencia de producción de radioisótopos, en términos de rendimiento, en comparación con el estado de la técnica conocido.

Según la presente invención, se proporciona un sistema para producción automática de radioisótopos según la reivindicación 1.

En una forma de realización preferente, el medio de electrodeposición y electrodisolución comprende una célula electrolítica.

Se describirá una forma de realización no limitativa de la invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la fig. 1 muestra una vista global del sistema para producción automática de radioisótopos, según una forma de realización preferente de la presente invención;
- la fig. 2 muestra una primera sección longitudinal de la unidad de irradiación del sistema de la fig. 1;
- la fig. 3 muestra una segunda sección longitudinal, perpendicular a la sección de la fig. 2, de la unidad de irradiación del sistema de la fig. 1;
- la fig. 4 muestra una vista frontal de la unidad de purificación del sistema de la fig. 1.

El número 1 de la fig. 1 indica como un todo el sistema para producción automática de radioisótopos, según la presente invención.

El sistema 1 comprende una unidad de irradiación 2 conectada directamente a un ciclotrón C, una unidad de purificación 3, medios de transferencia 4 que conectan la unidad de irradiación 2 a una unidad de purificación 3 y una unidad central de control 5 para control total del funcionamiento del sistema 1.

Tal como se muestra en las figs. 2 y 3, la unidad de irradiación 2 comprende un colimador 6 que está fijado al ciclotrón C y un dispositivo de electrolisis 7 para electrodeposición y electrodisolución del blanco.

El dispositivo de electrolisis 7 comprende una pestaña de separación 8 hecha de PEEK y que contacta con una pared de extremo 6a del colimador 6 y una pestaña de extremo 9 que contacta con la pestaña de separación 8. La pestaña de separación 8 tiene un orificio pasante 8a colineal con un conducto de irradiación 6b formado en el colimador 6 y la pestaña de extremo 9 presenta una cavidad cilíndrica 9a orientada hacia el orificio 8a y colineal con el mismo.

El dispositivo de electrolisis 7 comprende un disco de aluminio recubierto de teflón 10 que cierra el orificio 8a y orientado hacia el colimador 6; un disco de platino 11 que cierra el orificio 8a y orientado hacia la cavidad 9a; y un disco

de platino perforado 12 situado entre el disco de aluminio recubierto de teflón 10 y el disco de platino 11 y colineal con los mismos. El disco de platino perforado 12 posee un alambre de platino 13 que sobresale radialmente hacia fuera de la pestaña 8 para hacer las veces de electrodo, según se describe más adelante.

Más específicamente, el disco de aluminio recubierto de teflón 10 presenta un grosor de aproximadamente 0,5 mm para absorber sólo una mínima parte de la energía del haz del ciclotrón; y el disco de platino perforado 12 tiene un grosor de 0,5 mm y presenta 37 orificios de 2 mm de diámetro para reducir ampliamente su masa y, de ese modo, absorber sólo una mínima parte de la energía del haz.

Dentro del orificio 8a, en el espacio entre el disco de aluminio recubierto de teflón 10 y el disco de platino 11, está formada una célula electrolítica 14, en la cual el blanco se electrodeposita y se electrodisuelve en el disco de platino 11, el cual define el portador de blanco.

Tres conductos 15, cada uno conectado a la cavidad cilíndrica 9a, están formados en la pestaña de extremo 9. Dos de los conductos 15 son conductos de entrada y salida de refrigerante, respectivamente, mientras que el tercer conducto 15 aloja un termopar para medir la temperatura del refrigerante. El refrigerante fluye directamente sobre el disco de platino 11 para un rápido enfriamiento.

La pestaña 9 también aloja una resistencia eléctrica 16, de la cual la fig. 2 sólo muestra el conector eléctrico que sobresale hacia fuera de la pestaña 9. La resistencia 16 calienta el líquido de la cavidad 9a para calentar indirectamente el disco de platino 11 y facilitar la electrodeposición y la electrodisolución.

Tal como se muestra en la fig. 3, dos conductos radiales, diametralmente opuestos, 17 están formados en la pestaña de separación 8 y cada uno de ellos conecta la célula electrolítica 14 con el exterior de la pestaña 8 y termina con un adaptador 18 para conexión a un respectivo conducto 19 que define medios de transferencia 4, como se muestra en la fig. 1.

En el uso actual, los conductos 17 están posicionados verticalmente para llenar y vaciar, de manera eficaz, la célula electrolítica 14.

Como se muestra en la fig. 4, la unidad de purificación 3 comprende una columna de purificación iónica 20, dos bombas 21, un reactor 22 y una red de válvulas y recipientes, y se controla electrónicamente para suministrar a la célula electrolítica 14 la solución electrolítica adecuada, que contiene los isótopos de los metales para electrodeposición, y una solución de HNO_3 para electrodisolver el blanco irradiado, para separar el radioisótopo del isótopo inicial y otras impurezas radioactivas mediante cromatografía iónica y suministrar disolventes para limpiar la célula electrolítica 14, los conductos 17 y las partes de componentes que se usan para separar el radioisótopo.

En uso actual, una solución electrolítica de la unidad de purificación 3, y en la cual se disuelve el isótopo del metal que se va a depositar, se introduce en la célula electrolítica 14 a lo largo del conducto inferior 17 para llenar la célula y expulsar el aire. Según entra la solución, la diferencia de potencial se aplica a los electrodos definidos por el disco de platino 11 y el disco de platino perforado 12 y el isótopo que se va a irradiar se deposita en el disco de platino 11. Una vez depositado el isótopo, se elimina la solución electrolítica y la célula electrolítica 14 se limpia con agua desionizada y alcohol etílico, sucesivamente, que posteriormente se eliminan usando una corriente de helio. La corriente de helio se introduce en la célula electrolítica a lo largo del conducto superior para asegurar una perfecta eliminación de los líquidos a lo largo del conducto inferior y un perfecto secado de la célula. Una vez eliminados los disolventes limpiadores se irradia el blanco.

Una vez irradiado el blanco, una solución de ácido de la unidad de purificación 3, y que comprende ácido nítrico o clorhídrico, se introduce en la célula electrolítica 14 a lo largo del conducto inferior 17, y el disco de platino 11 se calienta adecuadamente por medio de la resistencia 16.

En este punto, se lleva a cabo la electrodisolución invirtiendo la polaridad de los electrodos respecto a la electrodeposición y la solución resultante se alimenta, a lo largo de los conductos 19, a la unidad de purificación 3 con una corriente de gas inerte.

Una vez eliminada la solución de ácido de la célula electrolítica 14, se limpia la unidad de irradiación 2 con agua desionizada y alcohol etílico y se seca con una corriente de helio introducida a lo largo del conducto superior.

La solución de ácido producida por electrodisolución y que contiene tanto el isótopo de metal inicial como el radioisótopo producido por irradiación, se transfiere al reactor 22 donde el ácido nítrico se evapora. La mezcla de isótopo/radioisótopo se vuelve a disolver en una solución de ácido clorhídrico, se mide la radioactividad y la solución se transfiere en una corriente de helio a la columna de purificación iónica 20. Se recupera el isótopo de metal inicial y se vuelve a usar para otras deposiciones.

Para mayor claridad, a continuación se describe, a modo de ejemplo, la preparación de dos radioisótopos.

- preparación del radioisótopo Cu^{60} , Cu^{61} , Cu^{64} –

Una solución (Ni^{60} , Ni^{61} , Ni^{64}) de 10 ml, que comprende sulfato de níquel y ácido bórico, se introduce en un recipiente de la unidad de purificación 3. La solución de ácido con contenido de níquel se hace circular dentro de la célula electrolítica 14, a una temperatura que oscila entre 25° y 50°C, por medio de un sistema de circuito cerrado alimentado por una de las bombas 21. Cuando se alcanza la temperatura deseada, se activa automáticamente el control de tensión y se abre el suministro de tensión y energía establecido con antelación a 3V y 20 mA. De media, la electrodeposición dura 24 horas, tras lo cual se detiene el sistema y, una vez eliminada la solución electrolítica del circuito, se limpia la célula electrolítica 14 utilizando agua desionizada y alcohol etílico, sucesivamente. Una vez eliminados los disolventes limpiadores, el disco de platino 11 se calienta a 60°C y se mantiene en una corriente de gas durante al menos 15 minutos para secar la superficie del depósito de níquel. El rendimiento medio del níquel de metal en el disco de platino 11 equivale a 50±2% del níquel disuelto inicialmente. Una vez finalizadas las operaciones anteriores se irradia el blanco.

Una vez irradiado el blanco, una solución 4M de ácido nítrico de 5 ml, introducida con antelación en un recipiente de la unidad de purificación 3, se hace circular durante entre, aproximadamente, 10 y 20 minutos a una velocidad de flujo de 0,5 a 2 ml/min dentro de la célula electrolítica 14, mientras se calienta el disco de platino 11 a una temperatura que oscila entre 25 y 50°C. En estas condiciones, la electrodisolución del blanco es cuantitativa. Una vez disuelto el blanco, la solución de ácido que contiene el níquel disuelto y el radioisótopo resultante (Cu^{60} , Cu^{61} , Cu^{64}) se transfiere automáticamente a la unidad de purificación 3, donde se purifica el radioisótopo resultante (Cu^{60} , Cu^{61} , Cu^{64}) para eliminar el respectivo isótopo de níquel inicial y otras impurezas metálicas y radioactivas.

- preparación del radioisótopo In^{110} –

Una solución de cadmio-110 de 10 ml, que comprende fluoborato de cadmio y fluoborato de amonio, se introduce en un recipiente de la unidad de purificación 3 y se alimenta a la célula electrolítica 14. La solución de ácido se hace circular dentro de la célula electrolítica 14 a una temperatura de 30°C y a una velocidad de flujo de 0,5 a 2 ml/min por medio de un sistema de circuito cerrado alimentado por una de las bombas 21. En estas condiciones se aplica una corriente de 0,02A y una tensión de 3V durante aproximadamente entre 4 y 6hrs necesarias para depositar al menos 40mg de cadmio-110. Una vez finalizada la electrodeposición, se limpia el sistema con agua desionizada y alcohol etílico y, una vez eliminados los disolventes limpiadores, el disco de platino 11 se calienta a 60°C y se mantiene en una corriente de gas durante al menos 15 minutos para secar la superficie del depósito de cadmio-110.

Una vez finalizadas las operaciones anteriores se irradia el blanco.

Una vez irradiado el blanco, una solución 4M de ácido nítrico de 4 ml, introducida con antelación en un recipiente de la unidad de purificación 3, se hace circular durante aproximadamente 2 minutos a una velocidad de flujo de 0,5 a 2 ml/min dentro de la célula electrolítica 14, mientras que el disco de platino 11 se mantiene a temperatura ambiente. En estas condiciones, la electrodisolución del blanco es cuantitativa. Una vez disuelto el blanco, la solución de ácido que contiene cadmio-110/indio-110 se transfiere automáticamente a la unidad de purificación 3, donde el indio-110 se somete a purificación iónica para eliminar el cadmio-110 y otras impurezas metálicas y radioactivas.

Permitiendo la electrodisolución del metal irradiado, el sistema según la presente invención evita disolver el portador de blanco, con ventajas obvias en la fase de purificación.

Además, el hecho de que la unidad de irradiación comprenda un dispositivo de electrolisis para depositar el blanco hace que el sistema, en su totalidad, sea extremadamente práctico.

Finalmente, el sistema es extraordinariamente versátil teniendo en cuenta que simplemente hay que cambiar el colimador para adaptar la unidad de irradiación a diferentes ciclotrones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) para producción automática de radioisótopos que comprende una unidad de irradiación (2) conectable a un ciclotrón (C); una unidad de purificación (3) para purificar el radioisótopo formado en dicha unidad de irradiación (2); medios de transferencia (4) para transferir el blanco irradiado de la unidad de irradiación (2) a la unidad de purificación (3); y una unidad central de control (5) para controlar tanto las unidades de operación (2, 3) como los medios de transferencia (4), estando dicho sistema **caracterizado porque** dicha unidad de irradiación (2) comprende medios de electrodeposición (11, 12, 14) para electrodepositar un blanco en un portador de blanco (11) y medios de electrodisolución (11, 12, 14) capaces de electrodisolver dicho blanco irradiado a la vez que se evita la disolución del portador de blanco (11).
2. Un sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos medios de electrodeposición y electrodisolución comprenden una célula electrolítica (14).
3. Un sistema según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dicha célula electrolítica (14) está definida entre un disco de aluminio recubierto de teflón (10) y un disco de platino (11), definiendo dicho disco de platino (11) un electrodo de dicha célula electrolítica (14) y siendo dicho portador de blanco.
4. Un sistema según la reivindicación 3, **caracterizado porque** dicha unidad de irradiación (2) comprende un colimador (6) el cual está fijado a un ciclotrón (C) y un dispositivo de electrolisis (7) que comprende dicha célula electrolítica (14).
5. Un sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** dicho dispositivo de electrolisis (7) comprende una pestaña de separación (8) hecha de PEEK y que contacta con una pared de extremo (6a) del colimador (6); y una pestaña de extremo (9) que contacta con la pestaña de separación (8), presentando dicha pestaña de separación (8) un orificio (8a) para alojar dicha célula electrolítica (14); y presentando dicha pestaña de extremo (9) una cavidad cilíndrica (9a) orientada hacia dicho orificio (8a) y colineal con el mismo.
6. Un sistema según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho disco de aluminio recubierto de teflón (10) y dicho disco de platino (11) cierran el orificio (8a) de dicha pestaña de separación (8).
7. Un sistema según la reivindicación 6, **caracterizado por** comprender un disco de platino perforado (12) situado entre dicho disco de aluminio recubierto de teflón (10) y dicho disco de platino (11) y colineal con los mismos y que hace las veces de electrodo de dicha célula electrolítica (14).
8. Un sistema según la reivindicación 7, **caracterizado porque** dos conductos radiales, diametralmente opuestos, (17) están formados en dicha pestaña de separación (8) para llenar y vaciar la célula electrolítica (14).
9. Un sistema según la reivindicación 8, **caracterizado porque** tres conductos (15) están formados en dicha pestaña de extremo (9), están conectados a la cavidad cilíndrica (9a) y permiten la entrada y salida de refrigerante y el alojamiento de un termopar para medir la temperatura del refrigerante, respectivamente.
10. Un sistema según la reivindicación 9, **caracterizado porque** dicha pestaña de extremo (9) aloja una resistencia eléctrica (16).
11. Un sistema según la reivindicación 10, **caracterizado porque** dichos medios de transferencia (4) comprenden dos conductos (19), teniendo cada uno un primer extremo conectado a dicha unidad de irradiación (2) y un segundo extremo conectado a dicha unidad de purificación (3).
12. Un procedimiento de producción de radioisótopos, que comprende una primera etapa de electrodeposición de un blanco, que comprende un isótopo de metal para irradiación, en un portador de blanco (11); una segunda etapa de irradiación de dicho blanco; y una cuarta etapa de purificación del radioisótopo para eliminar el isótopo de metal inicial y otras impurezas metálicas y radioactivas, estando dicho procedimiento **caracterizado por** comprender, antes de dicha cuarta etapa, una tercera etapa de electrodisolución de dicho blanco mientras que se evita la disolución del portador de blanco (11).
13. Un procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** dicho isótopo de metal es del grupo que comprende Ni^{60} , Ni^{61} , Ni^{64} y Cd^{110} .

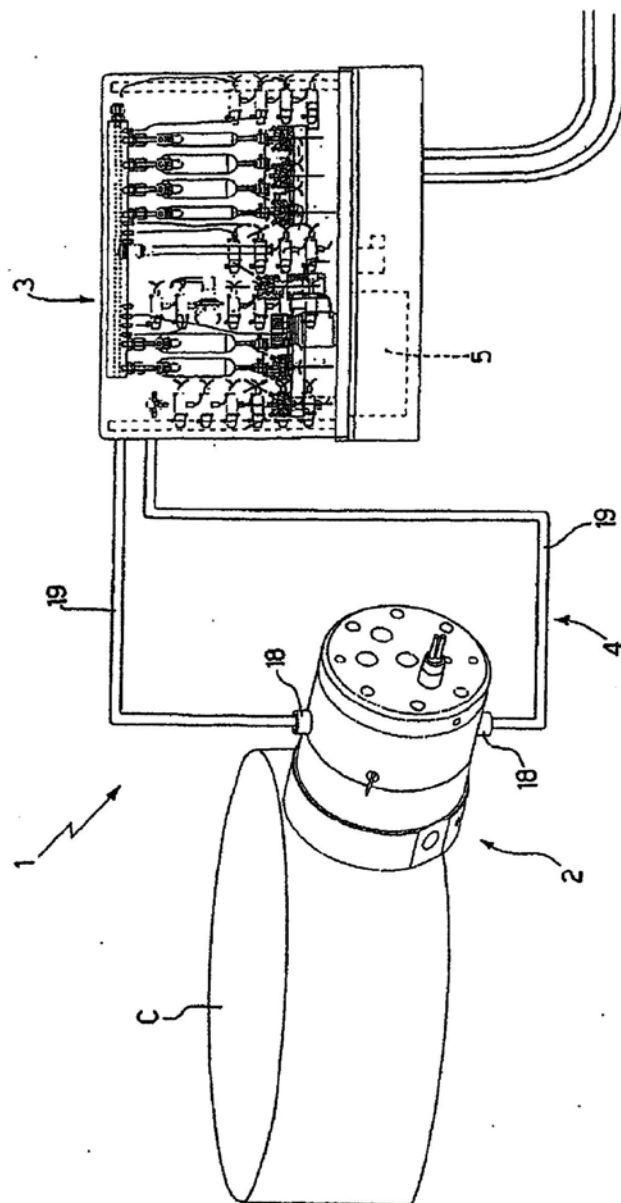
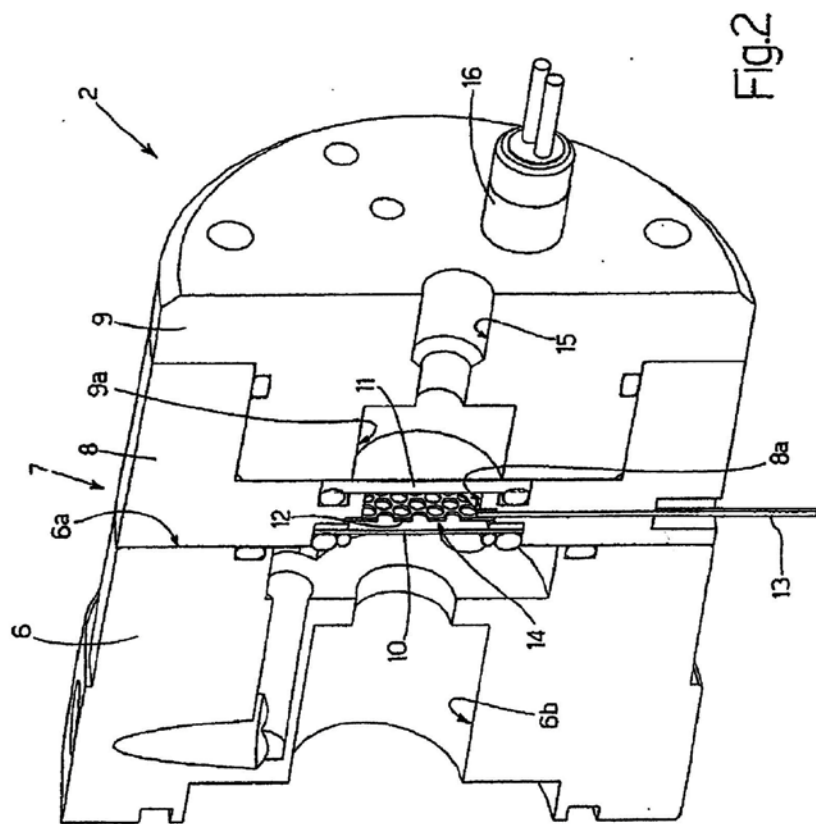
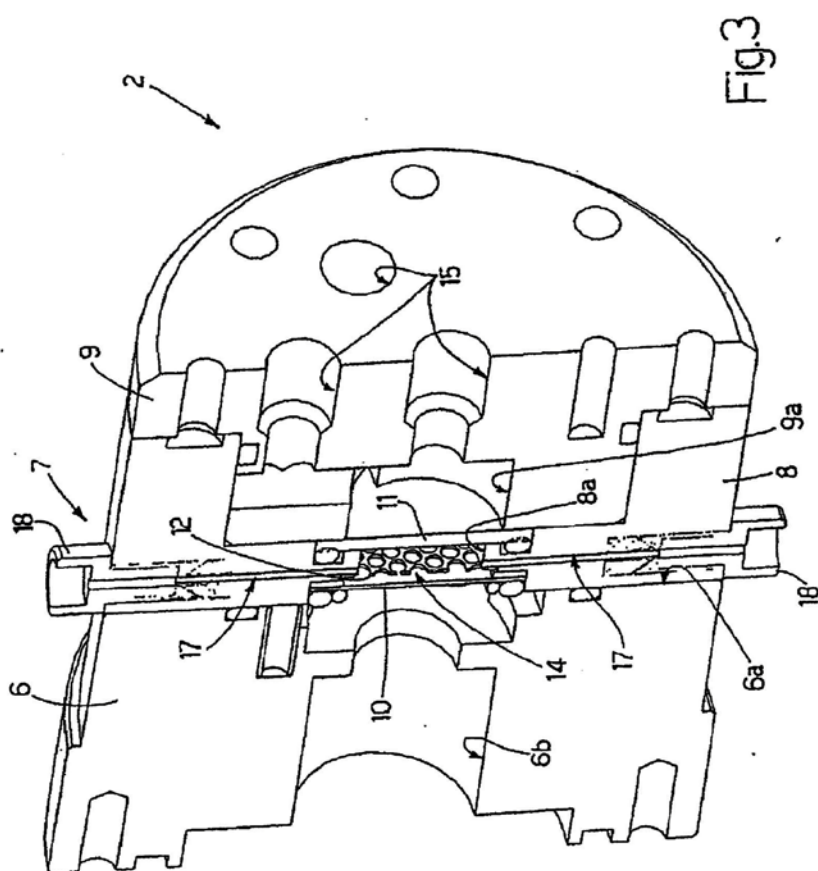


Fig.1

1/4





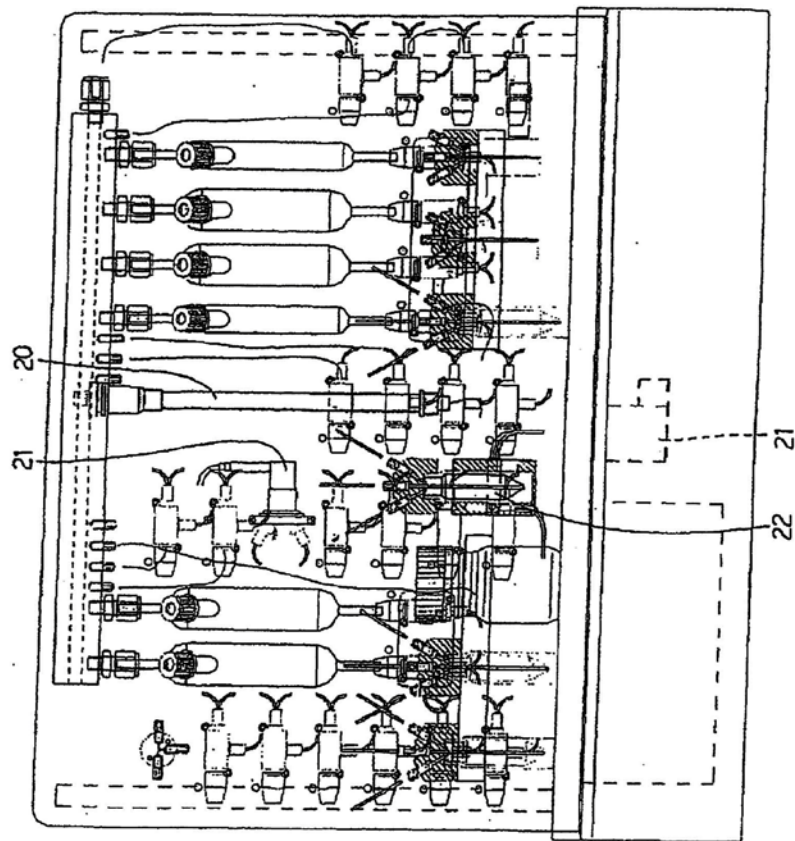


Fig 4

DOCUMENTOS INDICADOS EN LA DESCRIPCIÓN

- 5 En la lista de documentos indicados por el solicitante se ha recogido exclusivamente para información del lector, y no es parte constituyente del documento de patente europeo. Ha sido recopilada con el mayor cuidado; sin embargo, la EPA no asume ninguna responsabilidad por posibles errores u omisiones.

Documentos de patente indicados en la descripción

- WO 9707122 A [0003]

10