



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 300 781**

51 Int. Cl.:
B65B 55/08 (2006.01)
G21K 5/10 (2006.01)
A61L 2/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04736364 .3**
86 Fecha de presentación : **08.06.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1638845**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.03.2006**

54 Título: **Dispositivo y método para la irradiación por haz electrónico.**

30 Prioridad: **19.06.2003 SE 0301782**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2008

73 Titular/es: **Tetra Laval Holdings & Finance S.A.**
avenue Général-Guisan 70, P.O. Box 430
1009 Pully, CH

72 Inventor/es: **Näslund, Lars;**
Nilsson, Tommy;
Poppi, Luca;
Eriksson, Anna;
Benedetti, Paolo y
Ferrarini, Filippo

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 300 781 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 la irradiación por haz electrónico.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para la irradiación por haz electrónico de al menos un primer lado de una banda.

10 **Técnica anterior**

Dentro de la industria del envasado de alimentos se han utilizado durante mucho tiempo envases formados a partir de una banda de material de envasado que comprende diferentes capas de papel o cartulina, barreras para líquido de, por ejemplo, polímeros y barreras para gas de, por ejemplo, delgadas películas de aluminio. En la máquina envasadora se transforma la banda en un tubo por soldadura de superposición de los bordes longitudinales de la banda. El tubo se llena continuamente con un producto y luego se le suelda transversalmente y se le transforma en cojines. Los cojines son separados y transformados en, por ejemplo, recipientes paralelepípedicos. Esta tecnología de formar un tubo a partir de una banda es bien conocida por sí misma y no se describirá con detalle.

Para extender la vida en almacén de los productos envasados es ya conocido el recurso de esterilizar la banda antes de las operaciones de formación y llenado. Dependiendo de la duración deseada para la vida en almacén y de si la distribución y almacenamiento se realizan en estado enfriado o a temperatura ambiente, se pueden elegir diferentes niveles de esterilización. Una forma de esterilizar una banda es una esterilización química utilizando, por ejemplo, un baño de peróxido de hidrógeno. Otra forma es irradiar la banda con electrones emitidos desde un emisor de haz electrónico. Un emisor de esta clase se describe en, por ejemplo, el documento US-A-5,194,742.

Sin embargo, la irradiación con electrones crea rayos X no deseados. Los electrones son decelerados a medida que colisionan con, entre otros, moléculas de aire, bacterias, la banda y las paredes del blindaje. Esta disminución de la velocidad de los electrones da lugar a la emisión de rayos X. Cuando un rayo X de esta clase choca con el blindaje, el rayo X penetra cierta distancia dentro del material y provoca la emisión de nuevos rayos X. Ha sido un problema el obtener niveles de radiación aceptables fuera de un dispositivo de irradiación de tamaño razonable.

En el documento GB 2 157 140, que describe un dispositivo para el curado continuo de tintas con electrones, se muestra una forma de resolver el problema. El emisor es colocado en una cámara central a través de la cual se hace que pase la banda para su tratamiento por el emisor. La cámara central está blindada y comprende una trampa de radiación para absorber una cantidad sustancial de la radiación que quede sin ser absorbida por la banda. En la entrada y la salida de la cámara central están dispuestas unas primeras subcámaras. Estas primeras subcámaras están provistas de trampas de radiación para absorber la radiación que escape a través de la salida y la entrada de la cámara central. En las aberturas de las subcámaras que están situadas enfrente de la entrada y la salida de la cámara central se ha obtenido un nivel de radiación aceptable. Las trampas de radiación en las primeras subcámaras están formadas como protuberancias paralelas que se extienden desde las paredes interiores de las mismas. Cada una de ellas funciona como una estrecha "ranura de correo" a través de la cual se permite que pase la banda. Están previstas también unas segundas subcámaras que comprenden recintos impelentes y medios de escape para la introducción de gas inerte a fin de reducir la cantidad de oxígeno llevada a la cámara central.

Para alterar los ángulos de entrada y de salida de la banda en movimiento con relación al posicionamiento especial del aparato se pueden intercambiar las subcámaras. Así, retirando una o más de las subcámaras y sustituyéndolas por subcámaras de una geometría diferente se pueden cambiar los ángulos sin perturbar la cámara central.

Sin embargo, cuando, por ejemplo, se esterilizan bandas de material de envasado dentro de la industria del envasado de alimentos, no resulta preferible una solución según el documento GB 2 157 140 que utilice trampas de radiación. En primer lugar, debido al diseño de las trampas de radiación, éstas puede provocar flujos de fluido incontrolables a través del dispositivo de irradiación durante la esterilización y causar dificultades durante la preesterilización del propio dispositivo. Esto puede ocasionar niveles de higiene indeseados y/o incontrolables. En segundo lugar, las bandas de material de envasado pueden estar provistas de dispositivos de apertura preaplicados, tales como tapas, que sobresalen de la superficie de la banda. Así, las "ranuras de correo" de las trampas de radiación necesitan ser más grandes para dejar que pase la banda con tapas. Unas ranuras más grandes dan lugar a trampas menos efectivas, y para obtener la misma eficiencia que con las ranuras estrechas puede ser necesario incrementar el número de trampas. A su vez, el dispositivo de irradiación se hace más grande y resulta más voluminoso. Así, para fines de esterilización dentro de, por ejemplo, la industria del envasado de alimentos persiste todavía el problema de obtener niveles de radiación aceptables fuera de un dispositivo de irradiación de tamaño razonable.

En el documento JP-A-2000214300 se describe otra solución. Un aparato de esterilización por haz electrónico está provisto allí de un blindaje frente a la radiación en forma de un túnel curvado. La radiación es obligada a chocar con la pared del túnel antes de que salga de éste a fin de obtener niveles de radiación tolerablemente bajos. El aparato es utilizado para esterilizar recipientes huecos, tales como recipientes para alimentos (por ejemplo, botellas de PET), y recipientes médicos. Los recipientes son transportados sobre un transportador y el dispositivo de irradiación está posicionado a mitad de camino a través del túnel curvado.

Sumario de la invención

Por tanto, un objeto de la invención ha sido proporcionar un dispositivo de tamaño razonable para irradiación con haz electrónico, en donde sea aceptable el nivel de radiación fuera del dispositivo y se garanticen niveles de esterilización satisfactorios y predeterminados.

El objeto se consigue por medio de un dispositivo para irradiación por haz electrónico de al menos un primer lado de una banda, comprendiendo el dispositivo un túnel a través del cual está destinada a pasar la banda, estando dicho túnel provisto de una porción de entrada de la banda, una porción de salida de la banda y una porción central adaptada para recibir al menos un primer emisor de haz electrónico provisto de una ventana de salida de electrones a través de la cual están destinados a ser emitidos electrones hacia dentro del túnel, y formando ángulo el túnel en al menos dos lugares en cada una de la porción de entrada y la porción de salida de tal manera que cualquier rayo X formado durante la irradiación con haz electrónico de la banda sea forzado a chocar con la pared del túnel al menos dos veces antes de salir del túnel. Así, la invención comprende un blindaje formado de modo que sea posible el paso de una banda a través del mismo y se minimice todavía el riesgo de que haya rayos X capaces de encontrar su camino hacia fuera del blindaje sin haber reducido primero su energía hasta un valor de limitación aceptable. El valor de limitación puede ser establecido, por ejemplo, por regulaciones gubernamentales o por la aceptación del mercado. Debido al hecho de que el diseño del túnel funciona como un blindaje y reduce la energía de los rayos X, no son necesarias trampas de radiación dentro del túnel. Esto proporciona la posibilidad de poder conducir un flujo de aire controlado e imperturbado a través del dispositivo para ventilación y descargar, por ejemplo, ozono formado durante la irradiación. Además, tal flujo de aire controlado e imperturbado proporciona la posibilidad de mantener el nivel de esterilización durante una parada de la máquina de envasado. Esto se describirá después con más detalle. Además, las porciones de entrada y de salida están provistas cada una de ellas de al menos una guía de la banda para guiar dicha banda a través del túnel. La al menos una guía de la banda en la porción de salida está posicionada de tal manera con referencia a la banda que esté adaptada para entrar en contacto con un segundo lado de la banda y esté adaptada para impedir contacto con el primer lado de la banda. Posicionando la guía de la banda en la salida según se ha descrito, el primer lado de la banda, que estará más tarde en contacto con el contenido del envase, no será forzado a tomar contacto con la guía de la banda. Esto minimiza cualquier riesgo final de afectar negativamente a las superficies esterilizadas durante la manipulación de la banda en la porción de salida del túnel. Así, la invención es adecuada para uso en la industria del envasado de alimentos, en donde tienen que garantizarse niveles de esterilización relativamente altos. Además, se consigue guiar la banda de una manera sencilla.

En una realización preferida de la invención la porción de entrada y la porción de salida comprenden, respectivamente, tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión, un segmento central y un segmento de salida, formando el segmento central un primer ángulo con el segmento de admisión y formando el segmento de salida un segundo ángulo con el segmento central. De esta manera, tanto la entrada como la salida del blindaje se disponen fácilmente formando ángulo dos veces.

Preferiblemente, la relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos y las longitudes de los segmentos es tal que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida, antes de abandonar este segmento de salida, y una línea recta imaginaria que atraviese el segmento de admisión alcanzará la pared del túnel del segmento central de tal manera que alcance también la pared del túnel de al menos el segmento de salida, antes de abandonar dicho segmento de salida. Forzando a los rayos X a tropezar con la pared del túnel al menos dos veces antes de salir del blindaje se obtiene una reducción aceptable de la energía de los rayos X. Esto se explicará seguidamente con más detalle.

Ventajosamente, la porción central está adaptada para recibir un segundo emisor adicional de haz electrónico provisto de una ventana de salida de electrones a través de la cual están destinados a ser emitidos electrones hacia dentro del túnel, estando adaptado el emisor de haz electrónico para ser posicionado de modo que el segundo lado de la banda sea irradiado por los electrones. Irradiando ambos lados de la banda se minimiza el riesgo de recontaminación de dicha banda, es decir que se evita el riesgo de que haya bacterias provenientes del lado no esterilizado de la banda que sean capaces de recontaminar un lado esterilizado.

Preferiblemente, la ventana de salida de electrones es sustancialmente plana y está adaptada para ser dispuesta en posición sustancialmente paralela a la banda. Emitiendo los electrones en dirección perpendicular a la banda se minimiza la distancia que tienen que recorrer los electrones, lo cual a su vez minimiza la pérdida de energía de los electrones antes de que éstos alcancen la banda. Además, la cantidad de electrones que alcanzan la banda es más alta si el emisor está orientado en dirección perpendicular a la banda, lo que a su vez conduce a un mejor resultado de esterilización.

En otra realización preferida el segundo emisor adicional de haz electrónico está adaptado para ser posicionado sustancialmente enfrente del primer emisor de haz electrónico y la ventana de salida de electrones está adaptada para ser posicionada sustancialmente enfrente de la primera ventana de salida de electrones. De esta manera, se irradian ambos lados de la banda al mismo tiempo, minimizando eficazmente el riesgo de recontaminación de la banda.

En otra realización más el emisor está encerrado dentro de un alojamiento. Disponiendo un alojamiento que encierre el emisor es más fácil encapsular rayos X primarios. Además, el alojamiento hace posible que esté presente

ES 2 300 781 T3

alrededor de los emisores una presión diferente de la presión que está presente en la cámara circundante. Por ejemplo, se puede controlar así más fácilmente el flujo de aire a través del dispositivo.

5 En otra realización el emisor es un emisor de haz electrónico de bajo voltaje. Utilizando un emisor de haz electrónico de bajo voltaje se minimiza el riesgo de cambios inducidos por irradiación, tales como, por ejemplo, mal sabor del producto, los cuales pueden derivarse del envase fabricado con la banda irradiada. Además, no hace falta decir que un emisor de haz electrónico de bajo voltaje da lugar a menos consumo de energía y a menos necesidad de un fuerte blindaje, ya que los electrones y los rayos X tienen menos energía. Asimismo, se simplifica la manipulación de los rayos X y del ozono (O₃) formados debido a las cantidades relativamente pequeñas en un emisor de haz electrónico de bajo voltaje. Por otra parte, cuando se utiliza un bajo voltaje, el propio emisor puede hacerse relativamente pequeño.

15 En una realización la guía de la banda comprende un primero y un segundo rodillos apoyados para rotación en miembros de soporte, estando los rodillos formados y situados mutuamente de tal manera que el primer rodillo confiera a la banda el segundo ángulo y el segundo rodillo confiera a la banda el primer ángulo. Estos rodillos son fiables y relativamente baratos.

20 En otra realización más los segmentos de admisión de la porción de entrada y la porción de salida son adyacentes a la porción central del túnel y los segmentos de salida de la porción de entrada y la porción de salida están dirigidos uno hacia fuera de otro, separando así adicionalmente la banda esterilizada respecto de la banda no esterilizada y minimizando con ello aún más el riesgo de cualquier recontaminación.

Ventajosamente, las porciones del túnel y el alojamiento del emisor están encerrados dentro de un alojamiento. Esto hace que sea fácil encapsular, controlar y descargar ozono formado durante la irradiación.

25 Además, la invención se refiere a un método para la irradiación por haz electrónico de al menos un primer lado de una banda, comprendiendo el método los pasos de: hacer pasar la banda a través de un túnel, estando dicho túnel provisto de una porción de entrada de la banda, una porción de salida de la banda y una porción central adaptada para recibir al menos un primer emisor de haz electrónico provisto de una ventana de salida de electrones, emitir electrones hacia dentro del túnel desde el emisor a través de la ventana de salida de electrones y forzar a cualquier rayo X formado por los electrones durante la irradiación de la banda a que tropiece con la pared del túnel al menos dos veces antes de salir del túnel, configurando para ello el túnel de manera que éste forme ángulo en al menos dos lugares de cada una de las porciones de entrada y de salida. Así, se proporciona un modo de blindar un dispositivo de irradiación, a la vez que se hace posible todavía que pase una banda a su través, y, no obstante, minimizar el riesgo de que haya rayos X capaces de encontrar su camino hacia fuera del blindaje sin haber reducido primero su energía hasta un valor límite aceptable. Debido al hecho de que el diseño del túnel funciona como un blindaje y reduce la energía de los rayos X, no son necesarias trampas de radiación dentro del túnel. Esto proporciona la posibilidad de poder conducir un flujo de aire controlado e imperturbado a través del dispositivo para la ventilación y descarga de, por ejemplo, ozono formado durante la irradiación. Además, este flujo de aire controlado e imperturbado proporciona la posibilidad de mantener el nivel de esterilización durante una parada de la máquina envasadora. Por otra parte, el método comprende el paso de guiar la banda a través del túnel dotando a las porciones de entrada y de salida con al menos una guía de la banda, y posicionar la al menos una guía de la banda en la porción de salida de tal manera, con referencia a la banda, que esté adaptada para entrar en contacto con un segundo lado de la banda y esté adaptada para impedir contacto con el primer lado de la banda.

45 Preferiblemente, la porción de entrada y la porción de salida están formadas de modo que la respectiva porción comprenda una línea de tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión, un segmento central y un segmento de salida, estando hecho el segmento central de manera que forme un primer ángulo con el segmento de admisión y de modo que el segmento de salida forme un segundo ángulo con el segmento central. Como se ha mencionado antes, tanto la admisión como la salida del blindaje se disponen fácilmente de esta manera formando dos ángulos.

50 Ventajosamente, se proporciona una relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos y las longitudes de los segmentos de modo que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida, antes de abandonar este segmento de salida, y una línea recta imaginaria que atravesase el segmento de admisión alcanzará la pared del túnel del segmento central de tal manera que alcance también la pared del túnel de al menos el segmento de salida, antes de abandonar dicho segmento de salida. Forzando a los rayos X a que tropiecen con la pared del túnel al menos dos veces antes de abandonar el blindaje se obtiene una reducción aceptable de la energía de los rayos X.

Breve descripción de los dibujos

60 En lo que sigue se describirá con mayor detalle una realización actualmente preferida de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una sección transversal esquemática de la realización del dispositivo,

65 La figura 2 muestra una vista esquemática que ilustra los segmentos del túnel, los ángulos y el alojamiento interior con los emisores,

ES 2 300 781 T3

La figura 3 muestra una primera ilustración esquemática de la relación entre las anchuras del túnel, los ángulos y las longitudes de los segmentos,

La figura 4 muestra una segunda ilustración esquemática de la relación entre las anchuras del túnel, los ángulos y las longitudes de los segmentos,

La figura 5 muestra una sección transversal esquemática de un emisor encerrado dentro del dispositivo,

La figura 6 muestra una vista esquemática del sistema de aire según la invención y

La figura 7 muestra una vista esquemática semejante a la figura 1, pero tomada desde el otro lado y mostrando una realización alternativa.

Descripción de realizaciones preferidas

El dispositivo mostrado en la figura 1 comprende un alojamiento interior 1 en el que están montados uno o dos emisores 2, 3. Una porción central del alojamiento interior está adaptada para recibir los emisores. El alojamiento interior 1 forma un túnel y una banda W de material de envasado es alimentada a través del túnel hasta más allá de los emisores 2, 3. Además, el alojamiento interior 1 está provisto de una porción de entrada 5 y una porción de salida 6 para la admisión y la salida de la banda. La porción 5 de entrada de la banda está diseñada de tal manera que la dirección de entrada de la banda W en la porción de entrada 5 forma ángulo con relación a la dirección de salida de la banda W desde la porción de entrada 5. La dirección de salida de la banda W desde la porción de entrada 5 es igual a la dirección en la que la banda W pasa por los emisores 2, 3. El ángulo entre la dirección de entrada y la dirección de salida de la banda W en la porción de entrada 5 es de al menos 90°. La porción de entrada 5 está configurada de tal manera que forma ángulo en al menos dos lugares. En la figura 2 se muestra que la porción de entrada 5 comprende tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión 5a, un segmento central 5b y un segmento de salida 5c. El segmento central 5b forma un primer ángulo α con el segmento de admisión 5a y el segmento de salida 5c forma un segundo ángulo β con el segmento central 5b. Además, la relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos α, β y las longitudes de los segmentos 5a-c es tal que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión 5a alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida 5c, antes de abandonar este segmento de salida 5c, y una línea recta imaginaria que atraviese el segmento de admisión 5a alcanzará la pared del túnel del segmento central 5b de tal manera que alcance también la pared del túnel de al menos el segmento de salida 5c, antes de abandonar este segmento de salida 5c. En las figuras 3 y 4 se ilustra el modo en que puede obtenerse el diseño con ayuda de papel, una regla y una pluma. En la figura 3 se ilustra el primer escenario del peor caso. Se traza una línea recta comenzando fuera del segmento de admisión 5a y apuntando sustancialmente hacia la esquina exterior entre el segmento de admisión 5a y el segmento central 5b. La línea alcanza la pared del túnel en el segmento de admisión 5a y se la traza apuntando sustancialmente hacia la esquina interior entre el segmento central 5b y el segmento de salida 5c. Si ha de considerarse suficientemente buena la relación entre las anchuras del túnel, los ángulos α, β y las longitudes de los segmentos, la línea recta será obligada a alcanzar la pared del túnel del segmento de salida 5c antes de abandonar este segmento de salida 5c. En la figura 4 se ilustra un segundo escenario del peor caso. Se traza ahora una línea recta comenzando fuera del segmento de admisión 5a y apuntando sustancialmente hacia la esquina interior próxima a la salida del segmento de admisión 5a, pero alcanzado la pared del túnel en el segmento central 5b. Se traza entonces la línea sustancialmente hacia la esquina interior entre el segmento central 5b y el segmento de salida 5c. Si ha de considerarse suficientemente buena la relación entre las anchuras del túnel, los ángulos α, β y las longitudes de los segmentos, la línea recta será obligada a alcanzar la pared del túnel del segmento de salida 5c antes de abandonar dicho segmento de salida 5c. Así, se comprende que si se utiliza cierto ángulo, los parámetros que pueden modificarse son la anchura del túnel o bien la longitud del segmento. Un túnel ancho necesita un segmento largo. Si hay necesidad de un segmento corto, se tiene que disminuir la anchura del túnel. Otra posibilidad consiste, por supuesto, en cambiar uno o ambos ángulos. En el ejemplo mostrado los ángulos α y β , las longitudes y las anchuras en la porción de entrada son iguales a los ángulos, longitudes y anchuras correspondientes en la porción de salida. Ha entenderse que los ángulos, las longitudes y las anchuras de las dos porciones pueden ser diferentes.

Como se ha mencionado anteriormente, la banda W pasa por el dispositivo de irradiación 1, en el cual es esterilizada, y es alimentada subsiguientemente a una torre estéril 105 de la máquina de llenado, en donde la banda W se transforma en un tubo mediante soldadura de solapamiento de los bordes longitudinales de dicha banda W. El tubo es llenado continuamente con un producto y luego es soldado transversalmente y transformado en cojines. Los cojines son separados y transformados en, por ejemplo, recipientes paralelepípedicos, es decir, envases. La tecnología de formar un tubo a partir de una banda es bien conocida por sí misma y no se describirá con más detalle.

La banda W tiene dos lados, un primer lado W_1 y un segundo lado W_2 . El primer lado W_1 de la banda W se define como el lado de la banda W que está destinado a hacer contacto con el contenido del envase, es decir, con el producto, y que está destinado para convertirse en el interior del tubo durante la formación de éste y, por tanto, en el interior del cojín y subsiguientemente en el interior del envase una vez formado. Por consiguiente, el segundo lado W_2 de la banda W se define así como el lado de la banda W que no ha de estar en contacto con el producto y que está destinado a convertirse en el exterior del tubo durante la formación de éste y, por tanto, en el exterior del cojín y subsiguientemente en el exterior del envase una vez formado.

ES 2 300 781 T3

En la porción de entrada se materializa el cambio en la dirección de avance de la banda W disponiendo al menos una guía de dicha banda. En el ejemplo la guía de la banda es un primero y un segundo rodillos 9, 10 montados dentro de la porción de entrada 5. En el diseño descrito la banda W corre sustancialmente horizontal hacia dentro de la porción de entrada 5 y en dirección sustancialmente vertical hacia arriba cuando abandona la porción de entrada 5 y entra en el alojamiento interior 1. Para lograr este cambio de dirección, los rodillos 9, 10 están formados y situados mutuamente de tal manera que el primer rodillo 9 confiere a la banda W el segundo ángulo β y el segundo rodillo 10 confiere a la banda W el primer ángulo α . Preferiblemente, los rodillos 9, 10 están apoyados para giro en unos miembros de soporte. Los miembros de soporte pueden ser, por ejemplo, cojinetes provistos de un blindaje exterior o de un alojamiento de cojinete diseñado siguiendo los mismos criterios de diseño que para el túnel.

La banda W es alimentada a través de la porción de entrada 5 de tal manera que el primer lado W_1 de la banda W esté en contacto con la guía de dicha banda. Así, durante la alimentación, el primer lado W_1 tendrá contacto temporalmente con las superficies envolventes de los rodillos 9, 10.

La porción de salida 6 está diseñada de manera similar con un segmento de admisión 6a, un segmento central 6b y un segmento de salida 6c. Para cambiar la dirección de avance de la banda W, la porción de salida 6 comprende uno o más rodillos 11. La porción de entrada 5 y la porción de salida 6 están montadas y diseñadas de tal manera que la banda W, cuando abandona la porción de salida 6, corra en la misma dirección en la que corre cuando entra en la porción de entrada 5. En el diseño descrito la porción de entrada 5 y la porción de salida 6 son idénticas y se montan en dos caras opuestas 1a, 1b del alojamiento interior 1 utilizando la misma pestaña de la respectiva porción 5, 6, pero girada 180° alrededor de un eje A que se extiende a lo largo de la línea central de la banda W que corre a través del alojamiento interior 1. Así, los respectivos segmentos de admisión 5a, 6a de la porción de entrada 5 y la porción de salida 6 son adyacentes a la porción central del túnel y los respectivos segmentos de salida 5c, 6c de la porción de entrada 5 y la porción de salida 6 están dirigidos uno hacia fuera de otro. Hacer que la porción de salida 6 sea similar a la porción de entrada 5 es ventajoso, ya que puede utilizarse el mismo molde durante la fabricación del dispositivo de irradiación 1.

En la figura 1 puede verse que el diseño de la porción de salida 6 con relación a la porción de entrada 5 asegura que la banda W sea alimentada a través de la porción de salida 6 de tal manera que se impida que el primer lado W_1 de la banda W tome contacto con la guía de la banda. Así, se tiene en cambio que durante la alimentación el segundo lado W_2 hará contacto temporalmente con las superficies envolventes de los rodillos 11, 12.

Un alojamiento exterior 4 rodea al alojamiento interior 1 y el alojamiento exterior 4 está provisto de aberturas que forman una entrada 7 y una salida 8 para la admisión y la salida de la banda W.

Los emisores 2, 3 transmiten un haz de electrones a través de las ventanas de salida 21, 31. Los emisores están posicionados de modo que el primer emisor 2 está destinado a irradiar el primer lado W_1 de la banda W y el segundo emisor 3 está destinado a irradiar el segundo lado W_2 . Para este propósito, el segundo emisor 3 de haz electrónico está posicionado sustancialmente enfrente del primer emisor 2 y la ventana 31 de salida de electrones del segundo emisor 3 está situada sustancialmente enfrente de la primera ventana 21 de salida de electrones. Más adelante se describirá con más detalle solamente el primer emisor 2. De acuerdo con el diseño descrito, mostrado en la figura 5, el emisor 2 comprende generalmente una cámara de vacío 22 en la que están dispuestos un filamento 23 y una jaula 24. El filamento 23 está hecho de wolframio. Cuando se alimenta una corriente eléctrica a través del filamento 23, la resistencia eléctrica de dicho filamento 23 hace que éste se caliente hasta una temperatura del orden de 2000°C. Este calentamiento hace que el filamento 23 emita una nube de electrones. Una jaula 24 provista de una pluralidad de aberturas rodea al filamento 23. La jaula 24 sirve de jaula de Faraday y ayuda a distribuir los electrones de una manera controlada. Los electrones son acelerados por un voltaje entre la jaula 24 y la ventana de salida 21. Los emisores utilizados se denominan generalmente emisores de haz electrónico de bajo voltaje, cuyos emisores tienen normalmente un voltaje inferior a 300 kV. En el diseño ilustrado el voltaje de aceleración es del orden de 70-85 kV. Este voltaje da como resultado una energía cinética (motriz) de 70-85 keV con respecto a cada electrón. La ventana de salida de electrones es sustancialmente plana y está dispuesta en posición sustancialmente paralela a la banda. Además, la ventana de salida 21 está hecha de una lámina metálica y tiene un espesor del orden de 6 μm . Una red de soporte formada de aluminio soporta la ventana de salida 21. Un emisor de esta clase se describe con más detalle en el documento US-B1-6,407,492. En el documento US-A-5,637,953 se describe otro emisor. Este emisor comprende generalmente una cámara de vacío con una ventana de salida, en donde están dispuestos un filamento y dos placas de enfoque dentro de la cámara de vacío. En el documento US-A-4,910,435 se describe otro emisor más en el que los electrodos son emitidos por emitancia secundaria desde un material bombardeado por iones. Se hace referencia a las patentes anteriores para una descripción más detallada de estos diferentes emisores. Se contempla que en el sistema descrito se puedan utilizar estos emisores y otros emisores.

En tanto los electrones estén dentro de la cámara de vacío, éstos se desplazan a lo largo de líneas definidas por el voltaje suministrado a la jaula 24 y a la ventana, pero tan pronto como dichos electrones salen del emisor por la ventana de este último, comienzan a moverse siguiendo trayectorias más o menos irregulares (dispersión). Los electrones son decelerados a medida que colisionan con, entre otros, moléculas de aire, bacterias, la banda y las paredes del alojamiento. La disminución de la velocidad de los electrones, es decir, una pérdida de energía cinética, da lugar a la emisión de rayos X (rayos Roentgen) en todas las direcciones. Los rayos X se propagan a lo largo de líneas rectas. Cuando un rayo X de esta clase tropieza con la pared interior del alojamiento, el rayo X penetra cierta distancia dentro del material y provoca la emisión de nuevos rayos X en todas las direcciones desde el punto de entrada

ES 2 300 781 T3

del primer rayo X. Cada vez que un rayo X tropieza con la pared del alojamiento y da lugar a un rayo X secundario, la energía es aproximadamente 700-1000 veces menor, dependiendo de la elección del material para el alojamiento. El acero inoxidable tiene una relación de reducción de aproximadamente 800, es decir que la energía de un rayo X secundario se reduce aproximadamente 800 veces con relación a la del rayo X primario. El plomo es un material que se considera frecuentemente cuando hay radiación implicada. El plomo tiene una relación de reducción más baja, pero, por otra parte, tiene una mayor resistencia contra la transmisión de los rayos X a través del material. Si se aceleran los electrones por medio de un voltaje de aproximadamente 80 kV, se da a cada uno de ellos una energía cinética de aproximadamente 80 keV. Para asegurar que los rayos X de este nivel de energía no atraviesen el alojamiento interior 1, este alojamiento interior 1 está hecho de acero inoxidable con un espesor de 22 mm. Análogamente, las porciones de entrada y de salida están hechas de acero inoxidable y, como puede verse en la figura 1, tienen sustancialmente el mismo espesor. Así, tanto las paredes del alojamiento interior como las de las porciones de entrada y de salida forman un blindaje contra la radiación. Se impide que cualquier rayo X formado durante la irradiación de la banda W con el haz electrónico atraviese las paredes antes citadas. Este espesor se calcula para rayos X que se desplacen perpendicularmente a la pared. Un rayo X que se desplace inclinado con relación a la pared recorrerá una distancia mayor en la pared para alcanzar la misma profundidad, es decir que la pared parecerá más gruesa. El espesor de la pared viene determinado por las regulaciones gubernamentales concernientes a la cantidad de radiación fuera del alojamiento. Actualmente, el valor de limitación de la radiación ha de ser menor que $0,1 \mu\text{Sv/h}$, medido a una distancia de 0,1 m de cualquier superficie accesible, es decir, fuera del blindaje. Deberá hacerse notar que la elección del material y las dimensiones están influenciadas por las regulaciones actualmente aplicables y que nuevas regulaciones podrían alterar la elección del material o las dimensiones. La energía de cada electrón (80 keV) y el número de electrones determinan la energía total de la nube de electrones. Esta energía total da como resultado una transferencia de energía total a la superficie que ha de ser esterilizada. Esta energía de radiación se mide en la unidad Gray (Gy). En el caso del emisor de electrones brevemente descrito más arriba (con un filamento y una jaula de Faraday), se considera adecuado actualmente utilizar una corriente de aproximadamente 17 mA a través del filamento. Sin embargo, ésta depende del nivel de radiación decidido y del área de la superficie que se ha de esterilizar. En el presente caso se contempla esterilizar una banda con una anchura de 400 mm que se desplace con una velocidad de 35 m/s hasta más allá del emisor. Esto dará una energía de radiación del orden de 35 kGy en promedio. En otro ejemplo la anchura de la banda sigue siendo de 400 mm, pero la velocidad con la que se está desplazando la banda se incrementa hasta 100 m/s. Para obtener la misma energía de radiación, 35 kGy, se incrementa la corriente hasta aproximadamente 50 mA.

En lo que sigue se describirá el sistema de fluido gaseoso del dispositivo. En esta realización el fluido es aire estéril, pero, por supuesto, puede ser cualquier fluido gaseoso adecuado para el campo de aplicación en el que se utilice el dispositivo.

El sistema de aire 100 de la máquina, mostrado en la figura 6, comprende un compresor 101 y un separador de agua 102 con los que se obtiene aire presurizado. El aire es suministrado a un intercambiador de calor 103 en el que se precalienta el aire hasta aproximadamente 100°C . El aire es alimentado desde el intercambiador de calor 103 hasta un recalentador 104 en el que se calienta el aire hasta una temperatura dentro del intervalo de 330 a 450°C . A temperaturas superiores a 330°C se aniquila cualquier bacteria presente en el aire. La tasa de aniquilación depende de la temperatura y del tiempo que las bacterias estén sometidas a dicha temperatura. El aire proveniente del recalentador 104 es devuelto al intercambiador de calor 103 para conseguir el precalentamiento anteriormente descrito del aire entrante. Después de la segunda pasada por el intercambiador de calor 103, el aire tiene una temperatura de aproximadamente 90°C . Se alimenta después el aire a una válvula de conmutación 106 que tiene una primera rama en conexión de fluido con la torre 105 de la máquina de llenado y una segunda rama en conexión de fluido con una primera cámara 107 formada por el alojamiento exterior 4. Una pequeña cantidad del aire suministrado a la torre 105 seguirá a la banda W que sale de la torre 105 a través de una abertura de salida 108. En la torre 105 se transforma la banda W en un tubo mediante soldadura de solapamiento de los bordes longitudinales de la banda. El tubo se llena continuamente con un producto a través de un conducto de producto 109 que se extiende dentro del tubo desde el extremo en el que la banda W no se ha transformado todavía en un tubo. Esta tecnología de formación de un tubo a partir de una banda es bien conocida por sí misma y no se describirá con detalle. La abertura de salida 108 está provista de un anillo de sellado (no mostrado) a fin de tener un flujo controlado de salida de aire de la abertura de salida 108. Esto puede conseguirse también formando la abertura de salida 108 con una holgura dada con respecto al tubo que se hace salir por la abertura 108. El tubo es soldado transversalmente y transformado en cojines que se separan y se transforman en recipientes paralelepípedicos. Nuevamente, la tecnología es bien conocida por sí misma y no se describirá con detalle. Una porción importante del aire suministrado a la torre 105 circula en dicha torre 105 en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la banda W. La torre 105 está provista de una abertura 110 de entrada de la banda que actúa como una abertura 110 de salida de aire. El aire proveniente de la torre 105 es alimentado a una segunda cámara 111 formada en el alojamiento interior 1.

En lo que sigue se describirá el área marcada con líneas de trazos en la figura 6. Las líneas de trazos representan dos realizaciones alternativas del flujo de aire hacia las cámaras primera y segunda. En una primera realización las líneas son continuas y representan una comunicación cerrada directamente entre una abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 y una abertura 121 de salida de banda, también denominada salida 8, de la primera cámara 107. En una segunda realización no están presentes las líneas y ello representa una comunicación abierta entre las cámaras primera y segunda 107, 111 y la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107.

En la primera realización se proporciona una comunicación de fluido entre una abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 y una abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107. Así, el aire es alimentado a la

ES 2 300 781 T3

segunda cámara 111 a través de la abertura 112 de salida de la banda, que actúa como una abertura 112 de entrada del flujo de aire. La torre 105 actúa como un primer suministro de aire. Si la abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 está situada a distancia de, y de preferencia sustancialmente en línea con, la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107, la conexión de fluido puede comprender, por ejemplo, un conducto que conecte la
5 abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 con la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107. Como alternativa, la abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 se extiende hasta la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107. Se impide así una conexión de fluido de entre la primera cámara 107 y la abertura 121 de salida de banda de dicha primera cámara 107. Como se ha descrito antes, la válvula de conmutación 106 actúa como un suministro de aire 106 para la primera cámara 107.

10 En una segunda realización tanto la primera cámara 107 como la segunda cámara 111 están en conexión de fluido con la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107, estando así ambas cámaras 107, 111 conectadas con el suministro de aire en la torre 105. Además, la primera cámara 107 está en contacto con la válvula 106 para proporcionar un suministro adicional de aire.

15 En ambas realizaciones el aire de la segunda cámara 111 circula en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la banda W a través de la segunda cámara 111. Después de pasar casi completamente por la segunda cámara 111, el aire es alimentado a través de una salida de descarga 113 para el desechado definitivo del aire. Análogamente, el aire proporcionado a la primera cámara 107 circula en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento
20 de la banda W. El aire proveniente de la primera cámara 107 y la segunda cámara 111 se descarga a través de la salida 113. Así, ambas cámaras 107, 111 están en contacto con la salida. Una pequeña cantidad del aire suministrado a la primera cámara 107 escapa a través de la abertura 115 de entrada de la banda, también denominada entrada 7. La cantidad que escapa depende de la forma del intersticio y del sellado utilizado. Esto a su vez depende, entre otras cosas, de si se suministra o no la banda con dispositivos de apertura preaplicados.

25 La salida de descarga 113 está situada cerca de la abertura 114 de entrada de la banda de la segunda cámara 111. En la figura 1, la salida 113 está situada dentro de la segunda cámara 111. Por ejemplo, la salida 113 puede estar situada en las proximidades de la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111. La salida 113 descarga casi todo el aire proveniente de la segunda cámara 111 y la mayor parte del aire proveniente de la primera cámara
30 107. Se proporciona una conexión de fluido entre la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara 107 y tanto la primera cámara 107 como la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111. En una realización alternativa mostrada en la figura 7 la salida 113 comprende dos ramas 113a, 113b en conexión de fluido con la segunda cámara 111. Con referencia a la figura, la primera rama de salida 113a está situada en la parte superior de la pared de la cámara en las proximidades de la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111, y la segunda rama de
35 salida 113b está situada en la pared inferior opuesta a la primera rama.

Se controla el flujo de aire en el sistema de modo que se cree una primera sobrepresión dentro de la primera cámara 107. En la realización descrita la presión es del orden de 30 mm de H₂O. Además, se crea una segunda sobrepresión dentro de la segunda cámara 111. Las sobrepresiones pueden elegirse, por ejemplo, de modo que la primera sobrepresión y la segunda sobrepresión sean iguales. Como alternativa, se eligen las sobrepresiones de modo que la primera sobrepresión y la segunda sobrepresión sean diferentes. La primera sobrepresión puede ser más alta que la segunda sobrepresión, y viceversa. Una razón para elegir la primera sobrepresión de modo que sea más alta que la segunda sobrepresión es mantener el ozono (O₃) formado durante la irradiación dentro de la segunda cámara 111,
40 en donde puede ser descargado inmediatamente a través de la salida 113. Además, una segunda sobrepresión más baja es de ayuda durante la preesterilización del dispositivo, por ejemplo a la puesta en marcha de la máquina. Teniendo en la segunda cámara una presión más baja en comparación con la de la primera cámara se fuerza dentro de la segunda cámara una cantidad suficiente del peróxido de hidrógeno utilizado durante la esterilización. La preesterilización se explicará seguidamente con más detalle. Una razón para elegir la segunda sobrepresión de manera que sea más alta que la primera sobrepresión podría ser la de evacuar rápidamente de la segunda cámara el ozono y otras posibles
45 sustancias volátiles que, por ejemplo, causen mal sabor.

Dentro del alojamiento interior 1, es decir, alrededor de los emisores 2, 3, se aplica una presión que es preferiblemente más baja que la presión de dentro de la segunda cámara 111. Una razón para elegir una presión más baja que la presión de dentro de la segunda cámara 111 es la de minimizar el riesgo de recontaminación de la banda W por aire contaminado contenido en el alojamiento interior 1. Dado que no es necesaria cierta presión para los emisores 2, 3 utilizados en esta realización particular, la presión en el alojamiento interior 1 puede ser la presión atmosférica. Sin embargo, deberá entenderse que se puede presurizar el alojamiento interior 1 si ello es necesitado por los emisores utilizados.
55

Fuera de la primera cámara 107, el sistema de aire 100 está provisto de un llamado punto cero 116. El punto cero 116 es un dispositivo que asegura que, si falla algo en el sistema, cualquier aire necesario para evitar una presión por debajo de la presión atmosférica será alimentado al sistema a través del punto cero 116. Se asegura de esta forma que la presión de dentro de la torre 105, la primera cámara 107 y la segunda cámara 111 al menos no caerá por debajo de la presión atmosférica. El punto cero 116 comprende generalmente un alojamiento con una entrada 117 y una salida 118, así como una abertura 119 que está cerrada por una válvula 120. Cualquier presión por encima de la presión atmosférica empuja la válvula hacia fuera, cerrando herméticamente la abertura 119. Si la presión dentro del punto
60 cero 116 cae por debajo de la presión atmosférica, la válvula 120 no será empujada contra la abertura 119 (por el contrario, será empujada hacia dentro en dirección al punto cero 116 y se puede introducir aire en el sistema a través de la abertura 119).

ES 2 300 781 T3

Durante, por ejemplo, la puesta en marcha de la máquina se puede utilizar el sistema de aire 100 para esterilizar las superficies de dentro de la torre 105 y de las cámaras 107, 111 antes de que entre la banda W. La esterilización se hace con peróxido de hidrógeno (H_2O_2). La esterilización utilizando peróxido de hidrógeno es en sí conocida, pero se describirá brevemente en lo que sigue con respecto al sistema de aire 100. La torre 105 está en conexión con un suministro de peróxido de hidrógeno que está provisto de boquillas de aerosol. Las boquillas alimentan peróxido de hidrógeno al aire en forma de una pulverización y el aire suministrado en la torre es calentado hasta una temperatura a la que se vaporiza el peróxido de hidrógeno, normalmente una temperatura del orden de 40-50°C. El aire contenido en el peróxido de hidrógeno fluye a través de la torre y las cámaras 107, 111 en la dirección anteriormente descrita y se descarga por la salida de descarga 113. El peróxido de hidrógeno se condensa a lo largo del camino sobre las superficies. El peróxido de hidrógeno es retirado entonces de las superficies suministrando aire de una temperatura igual o superior a la temperatura de vaporización del peróxido de hidrógeno. En esta realización se utiliza una temperatura del orden de 70-90°C. Aplicando una temperatura bastante por encima de la temperatura de vaporización, el peróxido de hidrógeno es eficaz y rápidamente retirado de las superficies.

Una de las ventajas del sistema de fluido gaseoso del dispositivo aparece durante una parada de la máquina de llenado. Durante una parada se detiene la banda W y se deberán desconectar los emisores 2, 3 de haz electrónico en el dispositivo de irradiación 1 para no causar daños a la banda W. Sin embargo, aplicando todavía continuamente un flujo de aire estéril a través de las cámaras primera y segunda 107, 111 en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la banda W se puede mantener un nivel de esterilización deseado dentro del dispositivo 1. Por tanto, se asegura el nivel de esterilización deseado de la banda W y se minimiza cualquier posible riesgo de recontaminación de la misma.

De acuerdo con el método para la irradiación de una banda W por haz electrónico, se hace que la banda W atraviese el túnel. El túnel está provisto de una porción 5 de entrada de la banda, una porción 6 de salida de la banda y una porción central adaptada para recibir un emisor 2, 3 de haz electrónico provisto de una ventana 21, 31 de salida de electrones. Se emiten electrones hacia dentro del túnel desde el emisor 2, 3 a través de la ventana 21, 31 de salida de electrones, y cualquier rayo X formado por los electrones durante la irradiación de la banda W es forzado a chocar dos veces con la pared del túnel antes de salir del túnel. Para conseguir al menos dos choques, el túnel está formado en ángulo en al menos dos lugares en cada una de las porciones de entrada y salida 5, 6.

La banda W es guiada a través del túnel por al menos una guía de dicha banda prevista en cada una de las porciones de entrada y salida 5, 6. La guía de la banda en la porción de salida 6 está posicionada de tal manera, con referencia a la banda W, que está destinada a hacer contacto con un segundo lado W_2 de la banda W y está destinada a impedir el contacto con el primer lado W_1 de la banda W.

Además, el método comprende formar la porción de entrada 5 de manera que ésta comprenda una línea de tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión 5a, un segmento central 5b y un segmento de salida 5c. El segmento central 5b está construido de manera que forme un primer ángulo α con el segmento de admisión 5a. Además, el segmento de salida 5c forma un segundo ángulo β con el segmento central 5b. La porción de salida 6 está diseñada de manera semejante.

Se forma una relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos α, β y las longitudes de los segmentos 5a-c de modo que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión 5a alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida 5c antes de abandonar dicho segmento de salida 5c, y una línea recta imaginaria que atraviese el segmento de admisión 5a alcanzará la pared del túnel del segmento central 5b de tal manera que alcance también la pared del túnel de al menos el segmento de salida 5c antes de abandonar este segmento de salida 5c.

Es sabido que durante la irradiación con electrones se forma ozono (O_3) dentro del dispositivo. Por tanto, la invención comprende también un método de ventilar el dispositivo. El método comprende la operación de habilitar una primera cámara 107 que comprende una abertura 115 de entrada de la banda y una abertura 121 de salida de la banda. La primera cámara 107 es el alojamiento exterior. Está prevista también una segunda cámara 111 que constituye el túnel y que se extiende dentro de la primera cámara 107. La segunda cámara 111 está conformada de manera que comprende una abertura 114 de entrada de la banda y una abertura 112 de salida de la banda. Además, está prevista una ventana 21, 31 de salida de electrones a través de la cual están destinados a ser emitidos electrones hacia dentro de la segunda cámara 111. La banda W atraviesa la segunda cámara 111 y se crea un flujo de aire a través de las cámaras primera y segunda 107, 111. El flujo de aire circula en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la banda W. Se suministra el aire a la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107 y se proporciona al menos una salida 113.

En un método alternativo se prevé una conexión de fluido entre la abertura 121 de salida de banda de la segunda cámara 111 y la abertura 112 de salida de banda de la primera cámara 107. Al mismo tiempo, se impide una conexión de fluido entre la primera cámara 107 y la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107. Se puede crear entonces un flujo de aire a través de las cámaras primera y segunda 107, 111 en una dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la banda W suministrando dicho aire a la primera cámara 107 y a la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107 y previendo al menos una salida 113. Se suministra aire a la primera cámara 107 a través de una válvula 106 que está en conexión de fluido con la primera cámara 107.

ES 2 300 781 T3

Según el método, la banda W entra así en el dispositivo a través de la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara 107 y entra en la segunda cámara 111 por su abertura 114 de entrada de la banda. Ambas aberturas 115, 114 están situadas de tal manera que la banda W se mantenga recta y sustancialmente horizontal cuando pasa por ellas. Dentro de la porción de entrada 50 se confiere a la banda W el segundo ángulo β en el primer rodillo 9 y se le confiere el primer ángulo α en el segundo rodillo 10. Durante su desplazamiento, la banda W se encuentra con un flujo de aire que circula en una dirección opuesta a la de dicha banda W. Cuando la banda W pasa por la porción central del túnel, desplazándose ahora en una dirección vertical, pasa por las ventanas 21, 31 de salida de electrones a través de las cuales la banda W es irradiada por los emisores 2, 3. Las ventanas 21, 31 de salida de electrones están situadas en lados opuestos del túnel, irradiando así ambos lados de la banda W. Después de su irradiación, la banda W entra en la porción de salida 6, en la que forma dos ángulos como en la porción de entrada 5. Finalmente, abandona el dispositivo a través de la abertura 112 de salida de banda de la segunda cámara 111 y luego a través de la abertura 121 de salida de banda de la primera cámara 107, entrando así en la torre 105.

Aunque se ha descrito la invención con respecto a una realización actualmente preferida, ha de entenderse que pueden hacerse diversas modificaciones y cambios sin apartarse del objeto y el alcance de la invención que se definen en las reivindicaciones adjuntas.

La realización descrita comprende dos emisores 2, 3, uno para la irradiación con electrones del primer lado W_1 de la banda W y el otro para la irradiación con electrones del segundo lado W_2 de la banda W. Sin embargo, ha de entenderse que el dispositivo no necesita comprender dos emisores 2, 3, sino que puede comprender solamente el primer emisor 2 para la irradiación del lado que estará en contacto con el producto. Además, se ha descrito que los dos emisores 2, 3 están situados uno frente a otro. Como alternativa, pueden estar situados a cierta distancia uno de otro en la dirección de desplazamiento de la banda.

Por otra parte, ha de entenderse también que el número de emisores puede ser superior a dos. Por ejemplo, es posible tener varios emisores dispuestos lado contra lado para manipular bandas anchas. Es posible también tener dos o más emisores situados uno tras otro a lo largo de la dirección de desplazamiento de la banda para formar zonas de esterilización subsiguientes que proporcionen conjuntamente el nivel de radiación decidido, o como medida de radiación selectiva de un cierto punto, por ejemplo un dispositivo de cierre, que pueda necesitar un nivel de radiación más alto.

Las guías de la banda descritas son rodillos curvadores. Sin embargo, deberá entenderse que las guías de la banda no necesitan ser rodillos curvadores, sino que podrían ser cualquier otro medio adecuado para guiar la banda a través del túnel.

Además, deberá entenderse que se puede modificar la ubicación de la salida 113. En la realización anteriormente descrita la salida 113 está situada dentro de la segunda cámara 111. Como alternativa, la salida 113 puede estar situada, por ejemplo, en las proximidades de la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111 o en las proximidades de la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara 107. Es posible también situar la salida 113 fuera de la primera cámara 107 y cerca de la abertura de entrada 115.

Por otra parte, en la realización anteriormente descrita la salida 113 está situada dentro de la segunda cámara 111 y la primera cámara 107 está en conexión de fluido con la segunda cámara 111. En una realización alternativa la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111 está en conexión de fluido con la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara 107, mientras que se impide una conexión de fluido entre la primera cámara 107, su abertura 115 de entrada de la banda y la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111. Las dos cámaras 107, 111 estarán entonces en comunicación con salidas separadas. Al menos una salida puede estar situada en la primera cámara 107 y al menos una salida puede estar situada en la segunda cámara 111 o en conexión de fluido con la segunda cámara 111.

Además, el sistema de aire descrito utilizando peróxido de hidrógeno se utiliza preferiblemente en campos de aplicación asépticos. En un sistema de aire correspondiente en una máquina envasadora utilizada para manipular productos pasteurizados los flujos de aire son similares, aunque la esterilización de la máquina se realiza usualmente utilizando aire filtrado. En lugar del sistema anteriormente descrito, el sistema puede comprender también un filtro y un ventilador. Para evacuar ozono de las cámaras durante el funcionamiento, el sistema puede estar provisto de un convertidor catalítico.

Por otra parte, en la realización mostrada la abertura 114 de entrada de banda de la segunda cámara 111 está situada a distancia de, y preferiblemente en línea con, la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara 107. Como alternativa, la segunda cámara 111 puede extenderse por todo el camino hasta la abertura 115 de entrada de banda de la primera cámara, impidiendo así una conexión de fluido entre la primera cámara 107 y la abertura 115 de entrada de la banda. En cambio, la pared de la segunda cámara 111 está provista entonces de unas aberturas pasantes, preferiblemente hendiduras, a cierta distancia de la abertura de entrada de la banda, pero antes de la salida 113. Se proporciona así una conexión de fluido entre las dos cámaras y la disposición puede dar lugar a un llamado efecto de inyector que produce un flujo de aire desde la primera cámara, a través de las hendiduras, hasta la segunda cámara, en donde dicho flujo puede ser evacuado a través de la salida 113. Se aspira también una pequeña cantidad de aire del exterior de los alojamientos a través de la abertura 115 de entrada de la banda.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la irradiación por haz electrónico de al menos un primer lado (W_1) de una banda (W), comprendiendo el dispositivo un túnel a través del cual está destinada a pasar la banda (W), estando dicho túnel provisto de una porción (5) de entrada de la banda, una porción (6) de salida de la banda y una porción central adaptada para recibir al menos un primer emisor (2) de haz electrónico provisto de una ventana (21) de salida de electrones a través de la cual están destinados a ser emitidos electrones hacia dentro del túnel, formando ángulo el túnel en al menos dos lugares en cada una de la porción de entrada (5) y la porción de salida (6) de tal manera que cualquier rayo X formado durante la irradiación de la banda (W) con haz electrónico sea forzado a chocar al menos dos veces con la pared del túnel antes de abandonar el túnel, y las porciones de entrada y salida (5, 6) están provistas cada una de ellas de al menos una guía de la banda para guiar esta banda a través del túnel, en donde la al menos una guía de la banda en la porción de salida (6) está posicionada de tal manera, con referencia a la banda (W), que está destinada a hacer contacto con un segundo lado (W_2) de la banda (W) y está destinada a impedir contacto con el primer lado (W_1) de la banda (W).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la porción de entrada (5) y la porción de salida (6), respectivamente, comprenden tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión (5a, 6a), un segmento central (5b, 6b) y un segmento de salida (5c, 6c), y en el que el segmento central (5b, 6b) forma un primer ángulo (α) con el segmento de admisión (5a, 6a) y el segmento de salida (5c, 6c) forma un segundo ángulo (β) con el segmento central (5b, 6b).

3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que la relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos (α , β) y las longitudes de los segmentos (5a-c, 6a-c) es tal que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión (5a, 6a) alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida (5c, 6c) antes de abandonar dicho segmento de salida (5c, 6c) y una línea recta imaginaria que atraviese el segmento de admisión (5a, 6a) chocará con la pared del túnel del segmento central (5b, 6b) de tal manera que choque también con la pared del túnel de al menos el segmento de salida (5c, 6c) antes de abandonar este segmento de salida (5c, 6c).

4. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la porción central está destinada a recibir un segundo emisor adicional (3) de haz electrónico provisto de una ventana (31) de salida de electrones a través de la cual están destinados a ser emitidos electrones hacia dentro del túnel, estando destinado el emisor (3) de haz electrónico a ser posicionado de modo que un segundo lado (W_2) de la banda (W) sea irradiado por los electrones.

5. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 4, en el que la ventana (21, 31) de salida de electrones es sustancialmente plana y está destinada a ser dispuesta sustancialmente en paralelo con la banda (W).

6. Dispositivo según las reivindicaciones 4 y 5, en el que el segundo emisor adicional (3) de haz electrónico está destinado a ser posicionado sustancialmente enfrente del primer emisor (2) de haz electrónico y la ventana (31) de salida de electrones está destinada a ser posicionada sustancialmente enfrente de la primera ventana (21) de salida de electrones.

7. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 4 a 6, en el que el emisor (2, 3) está encerrado dentro de un alojamiento (1).

8. Dispositivo según las reivindicaciones 1 y 4 a 7, en el que el emisor (2, 3) es un emisor de haz electrónico de bajo voltaje.

9. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la guía de la banda comprende un primero y un segundo rodillos (9, 10, 11, 12) apoyados para giro en miembros de soporte, estando los rodillos (9, 10, 11, 12) formados y mutuamente situados de tal manera que el primer rodillo (9, 11) confiera a la banda (W) el segundo ángulo (β) y el segundo rodillo (10, 12) confiera a la banda (W) el primer ángulo (α).

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que los segmentos de admisión (5a, 6a) de la porción de entrada (5) y la porción de salida (6) son adyacentes a la porción central del túnel y los segmentos de salida (5c, 6c) de la porción de entrada (5) y la porción de salida (6) están dirigidos uno hacia fuera de otro.

11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, en el que las porciones del túnel y el alojamiento (1) de los emisores están encerrados dentro de un alojamiento (4).

12. Método para la irradiación por haz electrónico de al menos un primer lado (W_1) de una banda (W), comprendiendo el método los pasos de:

hacer pasar la banda (W) por un túnel, estando dicho túnel provisto de una porción (5) de entrada de la banda, una porción (6) de salida de la banda y una porción central destinada a recibir al menos un primer emisor (2) de haz electrónico provisto de una ventana (21) de salida de electrones,

emitir electrones hacia dentro del túnel desde el emisor (2) a través de la ventana (21) de salida de electrones,

forzar cualquier rayo X formado por los electrones durante la irradiación de la banda (W) a que choque al menos

ES 2 300 781 T3

dos veces con la pared del túnel antes de abandonar dicho túnel, configurando para ello este túnel de modo que forme ángulo en al menos dos lugares de cada una de las porciones de entrada y salida (5, 6), y

5 guiar la banda a través del túnel dotando a las porciones de entrada y salida (5, 6) con al menos una guía de dicha banda, y posicionar la al menos una guía de la banda en la porción de salida (6) de tal manera, con referencia a la banda (W), que esté destinada a tomar contacto con un segundo lado (W_2) de la banda (W) y esté destinada a impedir contacto con el primer lado (W_1) de la banda (W).

10 13. Método según la reivindicación 12, en el que se forman la porción de entrada y la porción de salida (5, 6) de modo que la respectiva porción comprenda una línea de tres segmentos sucesivos, un segmento de admisión (5a, 6a), un segmento central (5b, 6b) y un segmento de salida (5c, 6c), estando construido el segmento central (5b, 6b) de modo que forme un primer ángulo (α) con el segmento de admisión (5a, 6a) y de modo que el segmento de salida (5c, 6c) forme un segundo ángulo (β) con el segmento central (5b, 6b).

15 14. Método según la reivindicación 13, en el que se proporciona una relación entre las anchuras del túnel, dichos ángulos (α , β) y las longitudes de los segmentos (5a-c, 6a-c) de modo que una línea recta imaginaria que alcance la pared del túnel en el segmento de admisión (5a, 6a) alcanzará también la pared del túnel de al menos el segmento de salida (5c, 6c) antes de abandonar este segmento de salida (5c, 6c) y una línea recta imaginaria que atraviese el segmento de admisión (5a, 6a) alcanzará la pared del túnel del segmento central (5b, 6b) de tal manera que alcance también la pared del túnel de al menos el segmento de salida (5c, 6c) antes de abandonar dicho segmento de salida (5c, 6c).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

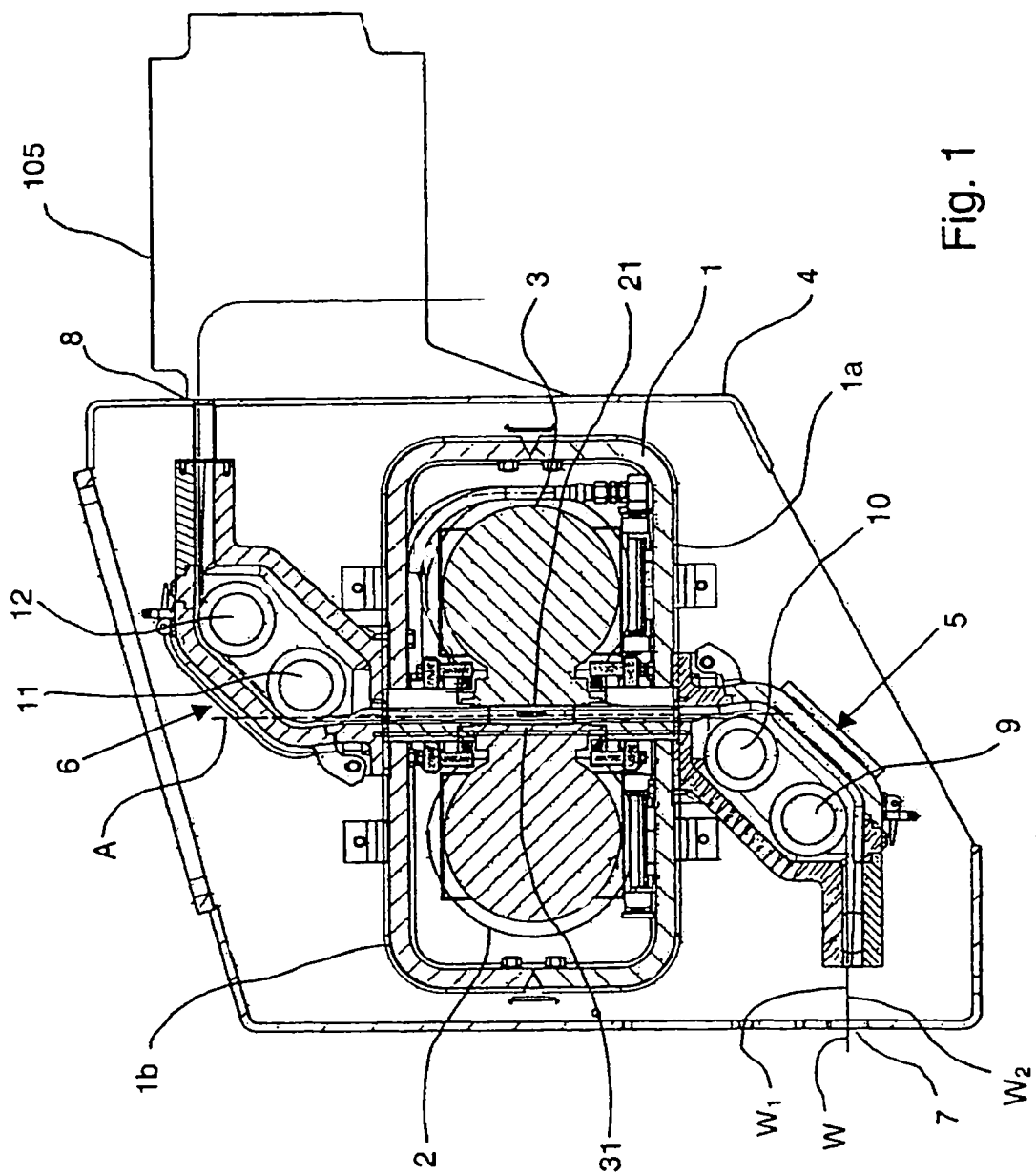


Fig. 1

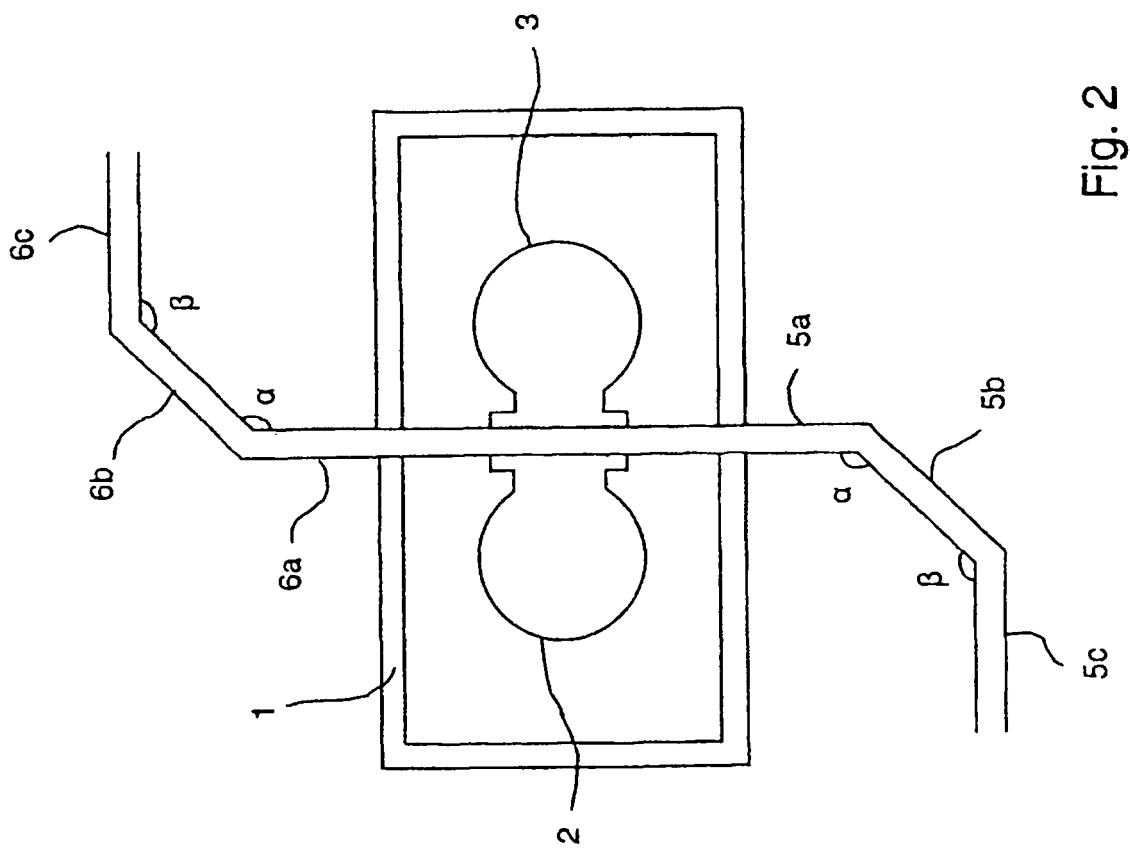


Fig. 2

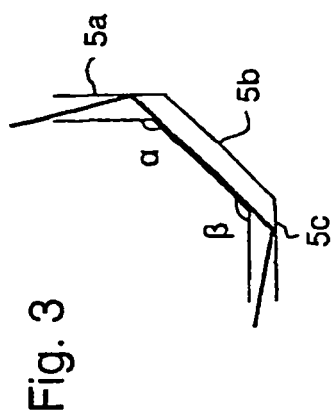


Fig. 3

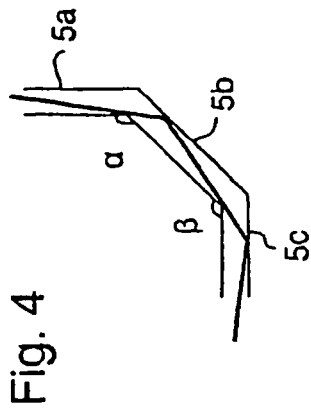


Fig. 4

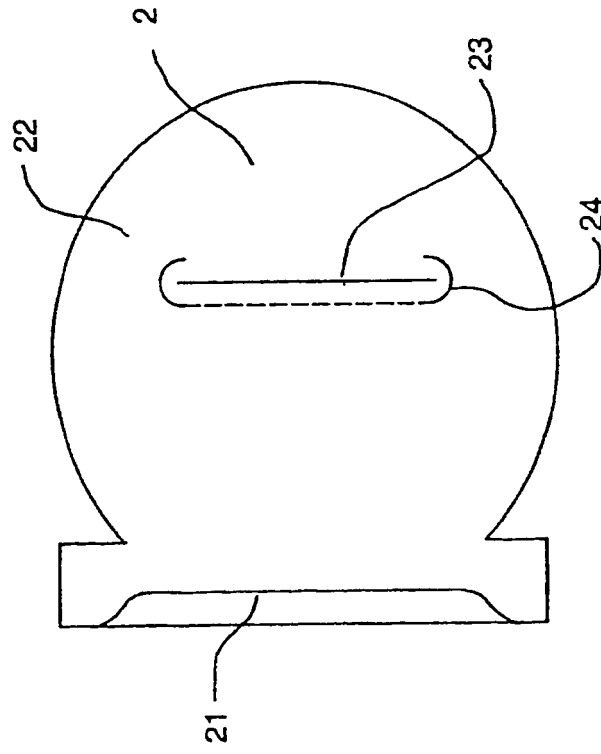


Fig. 5

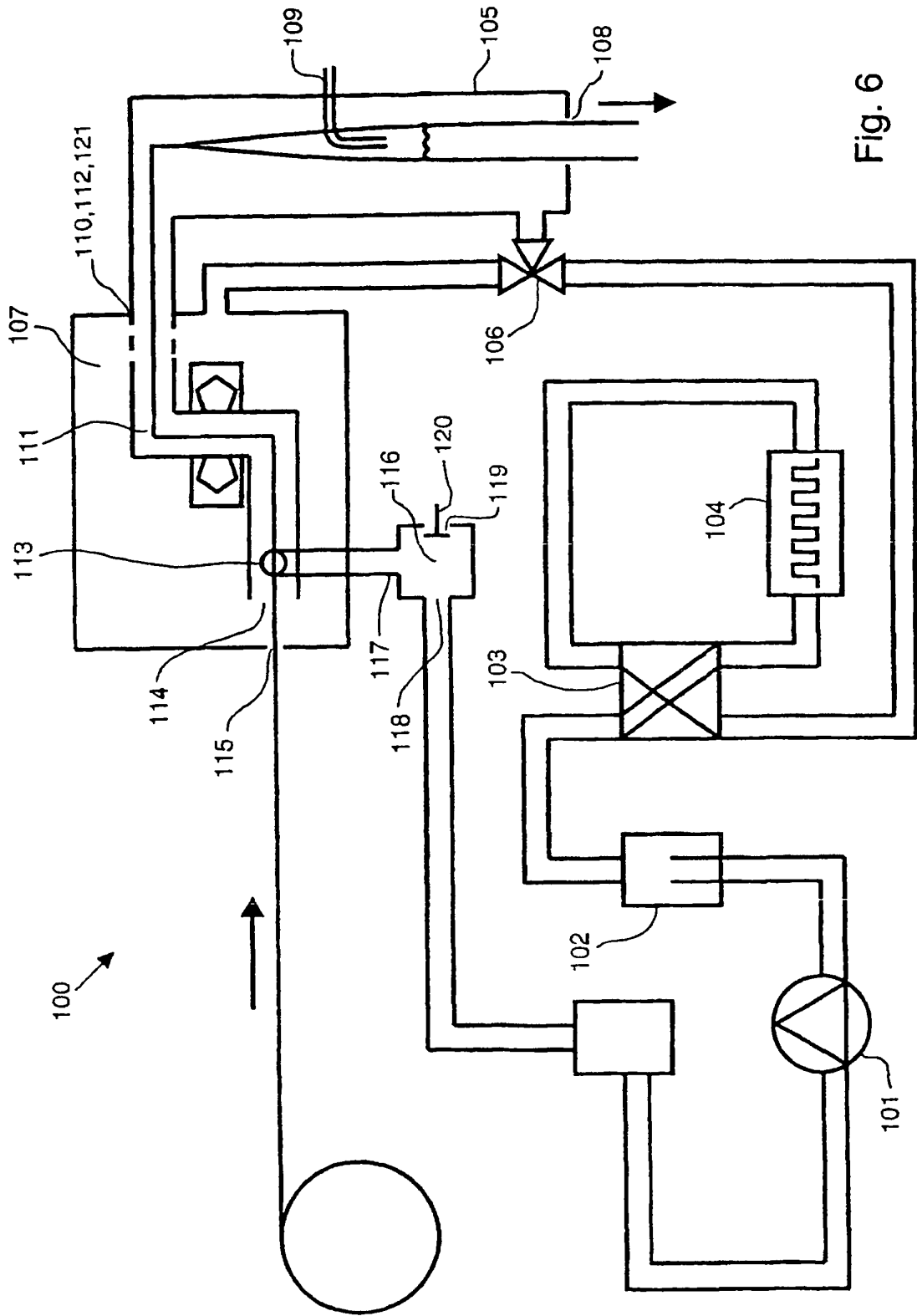


Fig. 6

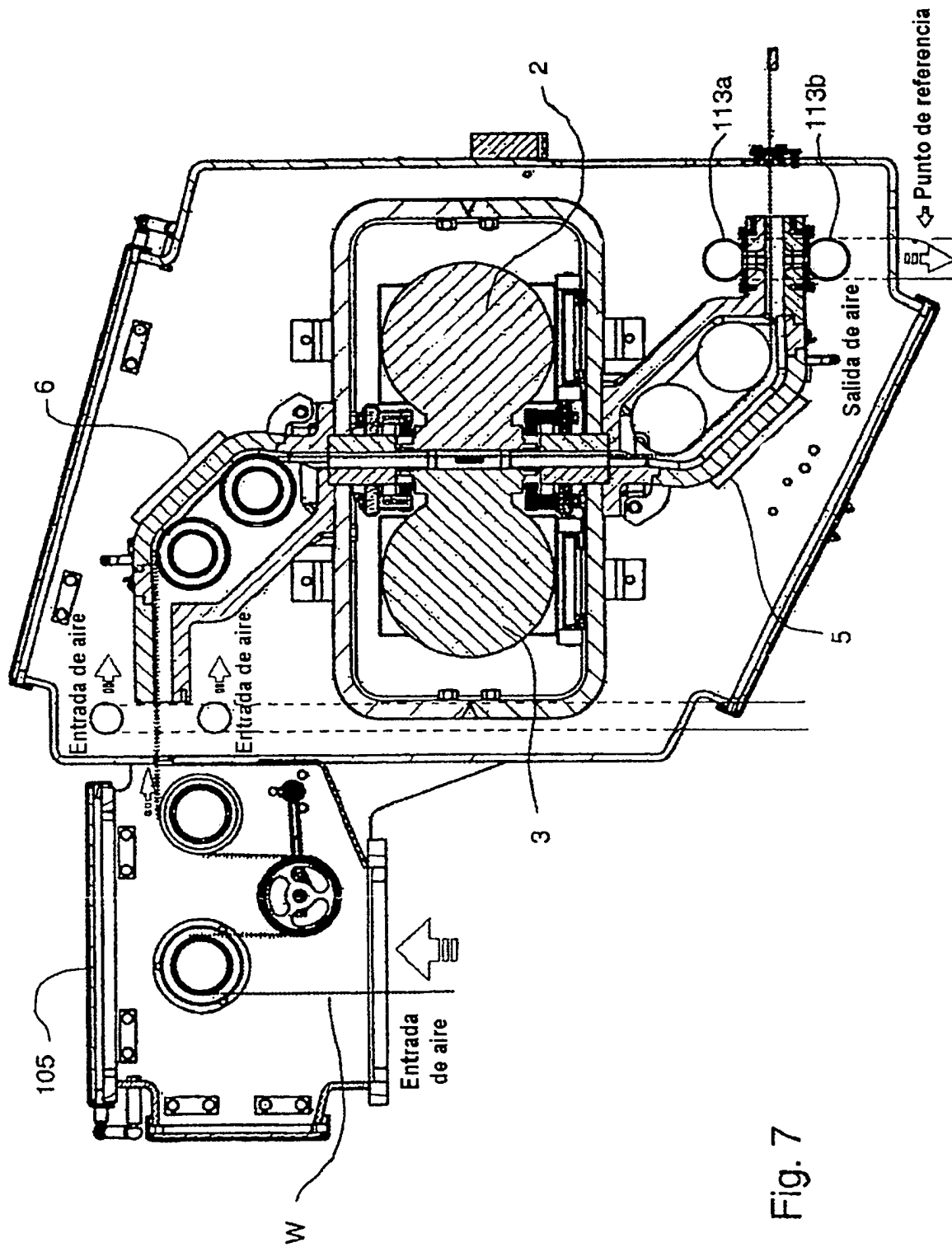


Fig. 7