

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 450 118**

51 Int. Cl.:

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/677 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010 E 10714592 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2013 EP 2409317**

54 Título: **Aparato de tratamiento en vacío**

30 Prioridad:

18.03.2009 US 161084 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.03.2014

73 Titular/es:

**OERLIKON ADVANCED TECHNOLOGIES AG
(100.0%)**

**Iramali 18
9496 Balzers, LI**

72 Inventor/es:

**VOSER, STEPHAN y
DOVIDS, GERHARD**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 450 118 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 de tratamiento en vacío

La presente invención está dirigida a un aparato de tratamiento en vacío para el tratamiento de un sustrato individual. Para un aparato de tratamiento en vacío que funciona en un modo de tratamiento de un sustrato individual, en posición al modo de tratamiento por lotes, los criterios:

- espacio ocupado en planta o "huella" del aparato
- capacidad de producción ofrecida por el aparato
- accesibilidad a subconjuntos del aparato desde la atmósfera ambiental
- en conexión con el último criterio mencionado, los intervalos de tiempo durante los cuales el aparato no es productivo, por ejemplo, con vistas a trabajos de mantenimiento y de reemplazo, son de la mayor importancia.

El documento WO 2007/126289 A1 describe un aparato de tratamiento en vacío de la técnica anterior.

Es un propósito de la presente invención proporcionar un aparato de tratamiento en vacío que se haya optimizado para los criterios anteriormente mencionados. La materia objeto de la presente invención se describe en la reivindicación 1.

Esto se consigue por medio del aparato de tratamiento en vacío que comprende un recipiente de tratamiento en vacío. El recipiente de tratamiento en vacío comprende un elemento de bloqueo de carga situado entre un interior del recipiente y un exterior del recipiente, que es un ambiente regulable de forma personalizada. El elemento de bloqueo de carga comprende una disposición de válvula externa que funciona entre un compartimiento del elemento de bloqueo de carga y el exterior del recipiente de tratamiento. El elemento de bloqueo de carga comprende, adicionalmente, una disposición de válvula interna que funciona entre el compartimiento del elemento de bloqueo de carga y el resto del interior del recipiente de tratamiento en vacío. El elemento de bloqueo de carga se ha concebido como un elemento de bloqueo de carga bidireccional, o en ambos sentidos, para la transferencia del sustrato entre el interior y el exterior del recipiente de tratamiento en vacío.

El aparato de tratamiento de carga de acuerdo con la invención comprende, de manera adicional, un dispositivo de transporte que está situado en el exterior con el fin de transportar los sustratos en ambos sentidos, hacia y desde el elemento de bloqueo de carga. La disposición de transporte referida comprende

- un primer manipulador de sustrato, que es susceptible de hacerse girar alrededor de un primer eje por medio de un primer dispositivo de accionamiento controlado y que comprende al menos dos primeros elementos portadores de sustrato, dispuestos de forma equidistante con respecto al primer eje referido,
- un segundo manipulador de sustrato, que es susceptible de hacerse girar alrededor de un segundo eje por medio de un segundo dispositivo de accionamiento controlado y que comprende al menos cuatro segundos elementos portadores de sustrato, los cuales están dispuestos de forma equidistante con respecto al segundo eje.

El primer y el segundo elementos portadores de sustrato están mutuamente alineados, respectivamente, en una posición específica de sus respectivos recorridos de trayectoria de giro. De la misma manera que uno de los primeros elementos portadores de sustrato está alineado con uno de los segundos elementos portadores de sustrato, el otro de los primeros elementos portadores de sustrato está alineado con el elemento de bloqueo de carga. Los primeros elementos portadores de sustrato son móviles, de manera adicional, hacia y desde el recipiente de tratamiento en vacío una vez que uno de estos elementos portadores de sustrato se ha alineado con el elemento de bloqueo de carga. Estos son móviles, tal como se ha referido, por unos respectivos terceros dispositivos de accionamiento controlados, y, por ello, constituyen, respectivamente, la válvula externa del elemento de bloqueo de carga.

Gracias a esta disposición de transporte mencionada, se logra una capacidad de transporte bidireccional, o en ambos sentidos, en virtud de la cual los sustratos sin tratar pueden ser transportados desde una posición de fuente de suministro hacia, y al interior de, el recipiente de tratamiento en vacío, y viceversa, los sustratos tratados pueden transportarse desde el recipiente de tratamiento en vacío hacia, y hasta ocupar, una ubicación de destino. Con ello, debido a la combinación de estas capacidades de transporte bidireccionales hacia y desde el recipiente de tratamiento en vacío, se ahorra una considerable área de ocupación en planta, o "huella". A pesar de esta combinación de recorridos de trayectoria hacia delante y hacia atrás para los sustratos con respecto al elemento de bloqueo de carga, dentro del recipiente de tratamiento en vacío, se consigue una elevada capacidad de transporte, y, por tanto, una alta capacidad de producción. Adicionalmente, toda la disposición de transporte está construida en el área exterior con respecto al recipiente de tratamiento en vacío, lo que permite una fácil accesibilidad.

En una realización del aparato de acuerdo con la presente invención, el elemento de bloqueo de carga tiene una abertura de servicio para los sustratos hacia el exterior del recipiente de vacío, la cual está situada en una porción de pared del lado superior del recipiente de tratamiento en vacío. Esto permite, dentro del recipiente de vacío, hacer que el sustrato se deposite justamente sobre cualquier tipo de instalación portadora de sustrato. Únicamente el primer manipulador de sustrato, con un número mínimo de elementos portadores de sustrato, ha de ser particularizado para sostener los sustratos en una posición suspendida, lo que necesita capacidades de retención de sustrato activas.

En una realización adicional del aparato de acuerdo con la invención, el primer manipulador de sustrato tiene tan solo dos de los primeros elementos portadores de sustrato, que están situados opuestamente el uno al otro con respecto al primer eje, esto es, el eje de giro del primer manipulador de sustrato. Esto permite controlar de forma giratoria el primer manipulador para que sirva, de una parte, al elemento de bloqueo de carga y, de otra parte, al segundo manipulador de sustrato, en etapas o pasos de igual giro angular.

Aún en una realización adicional del aparato de acuerdo con la invención, que puede ser combinada con cualquiera de las realizaciones ya referidas y que se refieren subsiguientemente de tal aparato, el segundo manipulador de sustrato comprende solo cuatro de los segundos elementos portadores de sustrato, dispuestos en pares, unos o opuestamente a los otros con respecto al segundo eje, es decir, el eje de giro del segundo manipulador de sustrato. Con ello, el segundo manipulador de sustrato hace posible la necesaria posición de almacenamiento intermedia para un sustrato sin tratar y uno tratado, a fin de permitir una capacidad de transporte bidireccional de la disposición de transporte, si bien, por otra parte, minimiza el área ocupada en planta sin que se reduzca la capacidad de producción.

En una realización adicional del aparato de acuerdo con la invención, que puede ser combinada con cualquiera de las realizaciones ya referidas y que se refieren subsiguientemente, los primer y segundo ejes, así como la dirección de la movilidad de los primeros elementos portadores de sustrato hacia y desde el recipiente de tratamiento en vacío, es decir, la movilidad para la acción de válvula del elemento de bloqueo de carga de los primeros elementos portadores de sustrato, son paralelos. Especialmente en combinación con la posición específica de la abertura de servicio del elemento de bloqueo de carga, esta realización conduce a una construcción global altamente eficiente y compacta en la que la transferencia de sustratos entre los manipuladores, por una parte, y entre el primer manipulador y el elemento de bloqueo de carga y, finalmente, el recipiente de tratamiento en vacío, por otra, puede llevarse a cabo con gastos mínimos. Únicamente necesitan particularizarse un número mínimo de los elementos portadores de sustrato para sostener en suspensión los sustratos, en tanto que los elementos portadores de sustrato restantes pueden soportar únicamente el sustrato depositado sobre ellos. Tan solo debe hacerse posible la fijación de los sustratos, en estos últimos elementos portadores de sustrato, por lo que respecta a las fuerzas centrífugas, a la vista de la alta velocidad de giro de los respectivos manipuladores de sustrato.

En una realización adicional del aparato de acuerdo con la invención, que de nuevo puede ser combinada con cualquiera de las realizaciones ya referidas y que se refieren subsiguientemente, el recipiente de tratamiento en vacío comprende al menos dos posiciones de montaje, cada una de ellas destinada a una estación de tratamiento. De esta forma, en la configuración mínima, pueden haberse montado dos estaciones de tratamiento en el recipiente de tratamiento en vacío, además del elemento de bloqueo de carga anteriormente referido. Cada una de las estaciones de tratamiento se ha concebido para tratar un único sustrato. El recipiente de tratamiento en vacío comprende, adicionalmente, una disposición de transporte adicional que es susceptible de hacerse girar alrededor de un tercer eje por medio de un tercer dispositivo de accionamiento controlado. La disposición de transporte adicional comprende al menos tres soportes de sustrato dispuestos equidistantes con respecto al eje de giro de la disposición de transporte adicional. De esta forma, los al menos tres soportes de sustrato están, de hecho, dispuestos a lo largo de un lugar geométrico circular en torno al tercer eje referido. Los soportes de sustrato están, por lo demás, uniformemente distribuidos en dirección acimutal con respecto al eje de giro de la disposición de transporte adicional, lo que significa que los lugares geométricos radiales entre el eje referido y los respectivos soportes de sustrato definen ángulos iguales, en la configuración mínima de 120°.

Al dotar el recipiente de tratamiento en vacío referido con ese elemento de bloqueo de carga bidireccional, los sustratos son suministrados como entrada a través del elemento de bloqueo de carga, se transportan subsiguientemente a todas las posiciones de montaje destinadas a una estación de tratamiento, y, finalmente, son descargados paso a paso del recipiente hacia la disposición de transporte. El control de la secuencia temporal de los pasos de la disposición de transporte adicional y, de esta forma, del procesamiento o tratamiento de los sustratos en su conjunto, gobierna el control de las etapas de giro de los primer y segundo manipuladores de sustrato. Como todas las etapas de tratamiento por parte de las estaciones de tratamiento montadas en la posición de montaje referida son de igual duración, las etapas de tratamiento con duraciones de tratamiento más largas son divididas en etapas subordinadas, o subetapas, de tratamiento, cada una de las cuales se lleva a cabo en una estación de tratamiento. Por ejemplo, en un extremo, si el tratamiento de sustrato necesita un tiempo de tratamiento que se corresponde con tres veces el intervalo de tiempo que un sustrato es sometido a una estación de tratamiento situada dentro del recipiente de vacío, entonces todas las estaciones de tratamiento proporcionadas se seleccionan de manera que sean iguales y se hagan funcionar de igual manera.

Así, pues, gracias a la realización referida se alcanza una alta flexibilidad de tratamiento, garantizándose, sin

embargo, un espacio de ocupación en planta mínimo para el aparato en su conjunto, así como una elevada capacidad de producción.

En una variante de la realización que se acaba de referir, el tercer eje, que es el eje de giro de la disposición de transporte adicional, es paralelo al primer eje, es decir, el eje de giro del primer manipulador de sustrato.

5 Aún en una realización adicional del aparato de acuerdo con la invención, que puede combinarse con cualquiera de las realizaciones y variantes ya referidas o que se refieren subsiguientemente, se proporciona un transportador unidireccional, o en un solo sentido, que interactúa con respecto al transporte de sustratos con el segundo manipulador de sustrato. Teniendo en cuenta que la disposición de transporte del aparato de acuerdo con la invención es una disposición de transporte bidireccional, podría contemplarse que es posible descargar un sustrato
10 sin tratar del transportador unidireccional y reemplazarlo, en este, por un sustrato ya tratado. Se hace posible, con ello, un tratamiento en cadena altamente eficiente de sustratos en el que los sustratos son transportados unidireccionalmente se llegan a tratar y son tratados aguas debajo de una posición de transferencia de sustrato entre el transportador unidireccional y los manipuladores de la disposición de transporte.

15 En una variante de la realización según se acaba de referir, el transportador unidireccional interactúa con el segundo manipulador de sustrato por medio de un tercer manipulador de sustrato. Esto permite establecer un soporte de sustrato sobre el transportador unidireccional, de tal manera que no se necesita ninguna disposición de sujetador de sustrato activa, como sí sería necesario si los sustratos hubieran de ser sostenidos en posición suspendida en el transportador referido.

20 De acuerdo con la presente invención, se proporciona, de manera adicional, un aparato de tratamiento en vacío ampliado que comprende al menos dos de los aparatos de tratamiento en vacío y en el cual el transportador unidireccional referido para cada uno de los aparatos de tratamiento en vacío referidos se materializa por medio de un único transportador unidireccional. Con ello, y debido a los más de un aparatos de tratamiento en vacío referidos, presentes a lo largo del transportador unidireccional, la flexibilidad de tratamiento se mejora aún en mayor medida. Por una parte, el número total de estaciones de tratamiento se incrementa genéricamente y se hace posible, en
25 virtud del igual tratamiento de los sustratos en todos los aparatos referidos, llevar a cabo un tratamiento en paralelo y aumentar con ello de forma significativa la capacidad de producción.

30 En una variante del aparato de tratamiento en vacío ampliado que se acaba de referir, de acuerdo con la invención, se ha proporcionado una estación de volteo entre dos de los aparatos de tratamiento en vacío dispuestos a lo largo del transportador unidireccional, de tal modo que los sustratos tratados por un primero de los aparatos preferidos son volteados y puestos bocarriba, con lo que se permite que la otra cara de los sustratos sea tratada en el segundo aparato, situado aguas abajo, permitiéndose así un tratamiento total de los sustratos por ambas caras.

El aparato o aparato ampliado de acuerdo con la invención resulta especialmente adecuado para tratar sustratos de al menos 200 mm x 200 mm, y es, además, especialmente apto para la fabricación de células solares con una elevada capacidad de producción.

35 La invención se explicará, a continuación, adicionalmente por medio de ejemplos y con la ayuda de figuras. Las figuras muestran:

- Figura 1 de la forma más esquemática, en una representación en perspectiva, un aparato de acuerdo con la presente invención;
- 40 Figura 2 esquemáticamente, un aparato de acuerdo con la Figura 1, en una vista en planta superior, para explicar, por medio de las Figura 2b – Figura 2f, un control paso a paso de la disposición de transporte del aparato de acuerdo con la Figura 1;
- Figura 3 en una vista en planta superior, una realización del aparato de acuerdo con la presente invención, que incorpora en ella el aparato según se ha ejemplificado con la ayuda de las Figuras 1 y 2;
- Figura 4 una parte del aparato de acuerdo con la Figura 3, en una representación en corte transversal;
- 45 Figura 5 un aparato ampliado de acuerdo con la presente invención, en una realización, que hace uso de dos de los aparatos según se han mostrado en las Figuras 3 y 4;
- Figura 6 en una representación en analogía a la de la Figura 5, una realización adicional de un aparato de tratamiento ampliado;
- 50 Figura 7 en una vista en perspectiva, un aparato de acuerdo con la presente invención y similar al aparato de acuerdo con las Figuras 3 y 4, para la manipulación de sustratos caja a caja, y
- Figuras 8a – 8c una representación esquemática de un aparato de acuerdo con la presente invención para diferentes tratamientos de sustrato, y de acuerdo con diferentes configuraciones de estación de tratamiento.

En la Figura 1 se ha mostrado en perspectiva un aparato de acuerdo con la presente invención, de la forma más esquemática y bajo un enfoque genérico. Los sustratos (que no se muestran en la Figura 1) son tratados por uno o más de un procedimiento de tratamiento en vacío, en el interior de un recipiente de vacío 10 que es susceptible de ser evacuado por medio de una disposición de bomba de vacío 3. El recipiente de vacío 10 tiene un volumen interior i y está rodeado por su exterior e , el cual es, por ejemplo, la atmósfera ambiental. El recipiente de vacío 10 tiene una abertura pasante en su pared superior 8, destinada a los sustratos. La abertura pasante se ha concebido como un elemento de bloqueo de carga bidireccional, o en ambos sentidos, 5, que tiene una placa de válvula externa 1a, una válvula interna (no mostrada en la representación de la Figura 1), como es claramente conocido por el profesional experto, y un compartimiento 5a de elemento de bloqueo de carga. La placa de válvula externa 1a está materializada como un elemento portador 1a de sustrato, que se ha proporcionado en un primer manipulador 1 de sustrato de una disposición de transporte 100 dispuesta en el exterior e del recipiente de tratamiento en vacío 10. El primer manipulador 1 de sustrato es susceptible de hacerse girar alrededor de un primer eje A_1 , por lo que el movimiento de giro es accionado por un primer dispositivo de accionamiento 9 que es controlable en una entrada de control C_9 . El primer manipulador 1 de sustrato comprende dos primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato que están montados en el manipulador referido, opuestos radialmente entre sí con respecto al primer eje A_1 y equidistantes de este primer eje A_1 . Como el primer manipulador 1 de sustrato es hecho girar de forma controlable alrededor del eje A_1 , uno, selectivamente, de los al menos dos primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato queda colocado enfrente del compartimiento 5a del elemento 5 de bloqueo de carga, tal y como se ha mostrado en la Figura 1 con ese primer elemento portador 1_a de sustrato. Cada uno de los al menos dos primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato, una vez alineados con el elemento 5 de bloqueo de carga, pueden ser movidos hacia el recipiente de tratamiento en vacío 10 y, de esta forma, hacia el compartimiento 5a del elemento 5 de bloqueo de carga, a fin de obturar o cerrar herméticamente el mencionado compartimiento con respecto al exterior e y, por tanto, funcionar como la válvula externa del elemento 5 de bloqueo de carga. Debido a que, en la realización de la Figura 1, la abertura del elemento 5 de bloqueo de carga hacia el exterior e se encuentra en un plano coincidente con el plano a lo largo del cual gira el primer elemento portador 1 de sustrato, los primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato, tales como los de la Figura 1, son movibles hacia y desde dicha abertura en una dirección paralela al primer eje A_1 , accionados por unos dispositivos de accionamiento de control 11_a y 11_b , siendo ambos controlados a través de respectivas entradas de control C_{11a} y C_{11b} . La disposición de transporte 100 comprende, de manera adicional, un segundo manipulador 20 de sustrato que es susceptible de hacerse girar alrededor de un segundo eje A_{20} por medio de un segundo dispositivo de accionamiento controlado 21, controlado en una entrada de control C_{21} . El segundo manipulador 20 de sustrato comprende al menos cuatro segundos elementos portadores 20_a a 20_d de sustrato. Los segundos elementos portadores 20_a a 20_d de sustrato están uniformemente distribuidos en la dirección acimutal α con respecto al segundo eje A_{20} , alrededor de este eje A_{20} , y están dispuestos de forma equidistante con respecto a este.

En la realización según se ha mostrado en la Figura 1, el segundo eje A_{20} es paralelo al primer eje A_{10} , lo que, en general, no es obligatorio.

Considerados a lo largo de sus respectivos recorridos de trayectoria de giro, los primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato, y los segundos elementos portadores 20_a a 20_d de sustrato están mutuamente alineados, respectivamente, en una única posición $P_{1/20}$, en la realización de la Figura 1, considerados en la dirección de los ejes A_1 y A_{20} .

Siempre que uno de los primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato se encuentra alineado con uno de los segundos elementos portadores 20_a a 20_d de sustrato, el otro de los dos primeros elementos portadores 1_a y 1_b de sustrato, de acuerdo con la Figura 1, el primer elemento portador 1_a de sustrato, está en alineación con el elemento 5 de bloqueo de carga y se establece allí para constituir la válvula externa del elemento 5 de bloqueo de carga.

Con la referencia R se ha designado el sistema mecánico de referencia, estacionario de forma particularizada.

El primer y el segundo elementos portadores 1_a , 1_b ; 20_a – 20_d de sustrato están, respectivamente, equipados (lo que no se muestra en la Figura 1) con disposiciones de medición de dimensiones, o de agarre y liberación, de sustrato, disposiciones que son controladas en caso necesario.

Claramente, tal disposición de medición de dimensiones, o agarre y liberación, del sustrato se concibe de forma diferente dependiendo del mismo, ya sea si, en un elemento portador de sustrato respectivo, un sustrato se dispondrá suspendido y, de esta forma, se ha de levantar y mantener contra la fuerza de la gravedad, ya sea si, en otro elemento portador de sustrato respectivo, el sustrato puede, por el contrario, ser depositado sobre el mismo.

Por medio de tales disposiciones controladas que, por ejemplo, pueden estar basadas en el electromagnetismo, estar basadas en el magnetismo o haberse materializado como un manguito de succión en un elemento portador de sustrato respectivo, pueden medirse las dimensiones de un sustrato desde un soporte, o soltarse a un soporte.

El aparato según se ha mostrado genéricamente en la Figura 1, comprende adicionalmente una unidad de regulación de secuencia temporal 25 por medio de la cual todos los dispositivos de accionamiento controlados 11_a , 11_b , 9 y 21, así como las unidades (no mostradas) de medida de dimensiones y de liberación del sustrato situadas en los primer y/o segundo elementos portadores de sustrato, son controladas en el tiempo.

Como se ha mencionado, el elemento 5 de bloqueo de carga del recipiente de vacío 10 en el que se lleva a cabo el tratamiento en vacío del sustrato, se ha concebido como un elemento de bloqueo de carga en ambos sentidos, o bidireccional, lo que significa que los sustratos son transferidos desde el exterior e al interior i del recipiente de tratamiento en vacío 10, y viceversa, desde el interior i al exterior e por medio del elemento 5 de bloqueo de carga.

5 Por otra parte, y como se ilustrará con un ejemplo, la disposición de transporte 100 se hace funcionar por un respectivo control de la secuencia temporal de los dispositivos de accionamiento y de las unidades de medición de dimensiones / liberación referidos, como una disposición de transporte bidireccional para sustratos que se han de tratar hacia, y al interior de, el recipiente de vacío 10, así como para sustratos que han sido tratados en el recipiente de vacío 10, hacia un destino deseado, mostrado genéricamente por la referencia 7.

10 Tal transporte bidireccional se hace posible gracias a la disposición de transporte según se ha mostrado genéricamente en la Figura 1, en virtud de la cual, en combinación con la capacidad bidireccional del elemento 5 de bloqueo de carga, se ahorra una considerable área de ocupación en planta del aparato en su conjunto. Esto es debido al hecho de que una misma disposición de transporte actúa como disposición de transporte tanto para sustratos tratados como para sustratos sin tratar.

15 Se explicará, a continuación, a modo de ejemplo una manera específica de control temporal de la disposición de transporte 100 para la capacidad bidireccional, con la ayuda de las Figuras 2a a 2f.

En las Figuras 2a a 2f se muestra la secuencia de etapas o pasos del manejo del sustrato por parte del aparato de acuerdo con la Figura 1. A este respecto, el aparato que se ha mostrado en perspectiva en la Figura 1 se muestra esquemáticamente en la Figura 2a, en una vista en planta superior, por lo que los elementos portadores de sustrato ilustrados como ejemplo en la Figura 1 con forma cuadrada, se muestran en la Figura 2a con una forma circular. Por
20 otra parte, ha de apreciarse que los sustratos UT que no se han tratado aún en el recipiente de vacío 10, son referidos o denotados por un cierto tipo de sombreado de acuerdo con (UT), y los sustratos T que han sido tratados en el recipiente de vacío 10 son denotados por el otro tipo de sombreado (T). Ha de apreciarse, de manera adicional, que, en cada representación de etapa, la transición de los respectivos sustratos entre los primer y
25 segundo elementos portadores 1a, 1b y 20a a 20d, respectivamente, de sustrato, y entre una fuente de suministro y una posición de destino 7 y los segundos portadores 20a a 20d de sustrato, así como entre un transporte interior situado dentro del recipiente de vacío 10 (no mostrado en la Figura 1) y el primer elemento portador 1a y 1b de sustrato, ya se ha completado.

30 La Figura 2a muestra las direcciones de giro respectivas que se han supuesto para la siguiente explicación paso a paso.

Haciendo referencia a la Figura 2b:

El elemento portador 20d de sustrato se ha cargado con un sustrato sin tratar procedente de la posición 7 de la fuente de suministro. El elemento portador de sustrato (SC –“substrate carrier”) 20a se carga con un sustrato sin tratar. El SC 20b ha descargado un sustrato sin tratar al SC 1b.

35 El SC 1a ha sido cargado con un sustrato tratado procedente de un elemento 5 de bloqueo de carga.

El SC 20c aún está cargado con un sustrato tratado.

Por lo que respecta a la Figura 2c:

40 En la transición de la representación de la Figura 2b a la de la Figura 2c, el primer manipulador 1 de sustrato se hace girar 180°, en tanto que el segundo manipulador 20 de sustrato se mantiene estacionario. El SC 1b ha descargado el sustrato sin tratar al elemento 5 de bloqueo de carga. El sustrato tratado dispuesto sobre el SC 1a ha sido descargado al SC 20b. Los sustratos sin tratar aún permanecen sobre el SC 20d y el SC 20a, en tanto que el SC 20c permanece aún cargado con un sustrato tratado.

En relación con la Figura 2d:

45 Cuando se efectúa una transición de la configuración de acuerdo con la Figura 2c a la configuración de acuerdo con la Figura 2d, el primer manipulador 1 de sustrato se mantiene estacionario, en tanto que el segundo manipulador 20 de sustrato se hace girar 90°.

El SC 1b es cargado desde el elemento 5 de bloqueo de carga por un sustrato tratado. El SC 1a es cargado con un sustrato sin tratar desde el SC 20a. El SC 20c ha descargado un sustrato tratado hacia la posición de destino 7.

50 El SC 20d está aún cargado con un sustrato sin tratar, en tanto que el SC 20b sigue aún cargado con un sustrato tratado.

Con respecto a la Figura 2e:

Al efectuar una transición de la configuración de acuerdo con la Figura 2d a la configuración de acuerdo con la Figura 2e, el primer manipulador 1 de sustrato se hace girar 180°, en tanto que el segundo manipulador 20 de

sustrato se mantiene estacionario.

El SC 1a ha descargado el sustrato sin tratar al elemento 5 de bloqueo de carga. El SC 1b ha descargado un sustrato tratado al SC 20a. El SC 20c ha sido cargado por un sustrato sin tratar procedente del destino 7 de fuente de suministro.

- 5 El SC 20d está aún cargado con un sustrato sin tratar, en tanto que el SC 20b sigue estando cargado con un sustrato tratado.

Cuando se efectúa la transición de la configuración de la Figura 2e a la configuración de la Figura 2f, el primer manipulador 1 de sustrato se mantiene estacionario, en tanto que el segundo manipulador 20 de sustrato se hace girar 90°.

- 10 El SC 1a se carga desde el elemento 5 de bloqueo de carga con un sustrato tratado.

El SC 1b es cargado desde el SC 20d con un sustrato sin tratar. El SC 20b ha descargado un sustrato tratado al destino 7 de fuente de suministro. El SC 20c sigue aún cargado con un sustrato sin tratar, en tanto que el SC 20a está aún cargado con un sustrato tratado.

- 15 Como puede observarse, las configuraciones, por ejemplo, de la Figura 2c y de la Figura 2e, por una parte, y de la Figura 2d y la Figura 2f, por otra parte, son idénticas.

- Puede observarse que, dentro de un único ciclo de trabajo consistente en una etapa de giro del manipulador 1 de sustrato y una etapa de giro del manipulador 20 de sustrato, subsiguientes, se transfiere un sustrato tratado desde el recipiente de tratamiento en vacío 10 a la disposición de transporte 100, y se entrega un sustrato sin tratar desde la disposición de transporte 100 al recipiente de tratamiento en vacío 10. En el otro extremo de la disposición de transporte 100, se recoge un sustrato sin tratar desde una estación 7 de fuente de suministro, y se entrega un sustrato tratado a la estación de recepción 7.
- 20

- Gracias a la disposición según se ejemplifica en la Figura 1, se consigue, por lo tanto, en una configuración de espacio ocupado en planta muy pequeño, un transporte de sustrato bidireccional desde una fuente de sustratos no tratados hacia, y al interior de, un recipiente de tratamiento en vacío, y desde dicho recipiente de tratamiento en vacío hacia, y hasta, una posición de recepción para los sustratos tratados.
- 25

- Teniendo en mente las Figuras 1 a 2e, puede observarse, de manera adicional, que el principio, tal y como se ha ejemplificado, no está necesariamente vinculado al hecho de que los sustratos se entreguen a un recipiente de vacío, y se recuperen de este, por su lado superior, y al respectivo movimiento vertical de los primeros elementos portadores 1a o 1b de sustrato, que actúan, simultáneamente, como válvula exterior del elemento de bloqueo de carga bidireccional 5. Por otra parte, se hace evidente que no es necesario que los ejes de giro A_1 y A_{20} sean verticales y que tampoco es necesario que estén en paralelismo, y, por otra parte, se pone de manifiesto evidentemente que, por lo que respecta a la posición del recipiente de tratamiento en vacío 10, los dos manipuladores 1 y 20 de sustrato pueden disponerse en una secuencia inversa. Por otra parte, se hace evidente que el manipulador 20, que, de hecho, proporciona una posición de almacenamiento intermedia tanto para un sustrato sin tratar como para uno tratado, puede realizarse con más de cuatro elementos portadores de sustrato, y que el primer manipulador 1 puede realizarse, también, con más de dos primeros elementos portadores de sustrato. Por otra parte, bajo un aspecto genérico, no es obligatorio, por lo demás, que, considerados en la dirección acimutal α representada en la Figura 1, los elementos portadores de sustrato, según se han proporcionado en ambos manipuladores 1 y 20 de sustrato, están uniformemente distribuidos. Podrían haberse distribuido de forma irregular, lo que únicamente precisaría de un control respectivo de etapas de giro dimensionadas diferentemente.
- 30
- 35
- 40

Sin embargo, y teniendo en mente un propósito de la presente invención, a saber, proporcionar un aparato de tratamiento en vacío de alta capacidad de producción y con un espacio ocupado en planta óptimamente reducido, rige lo siguiente:

- 45 • El hecho de proporcionar la entrada / salida de los sustratos hacia y desde el aparato de tratamiento en vacío según se ha mostrado en la Figura 1, lo que significa en una superficie superior del recipiente de vacío 10, y de proporcionar un movimiento de transferencia vertical y un movimiento de la válvula externa de bloqueo de carga, facilitan significativamente el manejo o manipulación de los sustratos dentro del aparato de tratamiento, puesto que tales sustratos pueden ser depositados solamente sobre un manipulador situado dentro del recipiente 10.
- 50 • El hecho de concebir el primer manipulador 1 de sustrato con únicamente dos elementos portadores 1a y 1b de sustrato requiere que tan solo dos de estos elementos portadores se particularicen para actuar adicionalmente como una válvula externa de bloqueo de carga para el elemento 5 de bloqueo de carga.
- 55 • Por otra parte, como se han proporcionado solamente dos elementos portadores 1a y 1b de sustrato en el primer manipulador 1 de sustrato, únicamente se han de proporcionar dos equipos para levantar y para sostener los sustratos contra la fuerza de la gravedad.

- 5 • El hecho de concebir el segundo manipulador 20 de sustrato con no más de cuatro elementos portadores de sustrato garantiza la posición de almacenamiento intermedia para uno solo de los sustratos sin tratar y los sustratos tratados, lo que minimiza el área de ocupación en planta para dicho manipulador. El hecho de proporcionar un número mayor que los cuatro elementos portadores 20a a 20d de sustrato referidos no mejora la capacidad de producción, pero aumentará de forma significativa –especialmente para sustratos de gran tamaño– el área ocupada en planta.
- 10 • El hecho de llevar a cabo la secuencia de los dos manipuladores, considerada desde el recipiente de tratamiento en vacío 10 según se muestra en la Figura 1, minimiza, como ya se refirió anteriormente, el número de elementos portadores de sustrato que se han de particularizar y equipar de forma adicional para que actúen como válvulas externas de bloqueo de carga. Con ello, ese manipulador de sustrato con más de dos elementos portadores de sustrato permite, adicionalmente, una simplificación significativa del equipo de sustentación de sustrato sobre los elementos portadores de sustrato, debido a que los sustratos solo se depositarán sobre la parte superior de los mencionados elementos portadores. .
- 15 • La distribución uniforme de los elementos portadores de sustrato a lo largo de sus respectivos recorridos de giro, es decir, acimutalmente, simplifica significativamente el control de los dispositivos de accionamiento de giro 9 y 21 y la disposición mutua de los manipuladores y del recipiente de tratamiento en vacío, que es también válida para la disposición según se muestra en la Figura 1 para los ejes de giro A_1 y A_{20} .

20 De esta forma, puede observarse que la realización según se ha mostrado en la Figura 1 está, de hecho, altamente optimizada por lo que respecta a una fácil manipulación de los sustratos, una elevada capacidad de producción y un espacio de ocupación en planta pequeño.

La Figura 3 muestra, en una vista en planta superior y simplificada, un aparato de tratamiento en vacío preferido en la actualidad de acuerdo con la invención, en el que se hace uso de la disposición de transporte 100, en cooperación con un recipiente de tratamiento en vacío 10 según se ha mostrado en la Figura 1. La Figura 4 muestra una representación en corte transversal a lo largo de la línea IV – IV de la Figura 3, sin el manipulador 20.

25 Dentro del recipiente de vacío 10 se ha proporcionado, según se observa en la Figura 4, una disposición de transporte 30 que es susceptible de hacerse girar alrededor de un eje central A_{30} . La disposición de transporte 30 es accionada para su movimiento de giro por un dispositivo de accionamiento 32, con una entrada de control C_{32} . Como se observa en la Figura 4, en combinación con la Figura 3, en esta realización específica, la disposición de transporte 30 lleva, a lo largo de su periferia o contorno, seis elementos portadores 30 de sustrato para los

30 sustratos 36. En la parte superior del recipiente de tratamiento en vacío 10 se han proporcionado seis estaciones, cinco de las cuales, 38a a 38e, son estaciones de tratamiento superficial para los sustratos 36, y una de las cuales es la estación de bloqueo de carga bidireccional 35, en analogía con el elemento 5 de bloqueo de carga de la Figura 1. Las estaciones de tratamiento superficial 38a a 38e pueden haberse realizado, todas ellas, para diferentes procesamientos o tratamientos de sustrato, o bien un cierto número de estas estaciones de tratamiento puede haberse concebido para un mismo tratamiento superficial, e incluso todas estas estaciones pueden haberse concebido para un mismo tratamiento superficial de los sustratos. Tales estaciones de tratamiento pueden ser

35 estaciones para el tratamiento superficial de PVD [deposición física en fase de vapor –“Physical Vapour Deposition”], por ejemplo, estaciones de pulverización catódica para la pulverización catódica reactiva o no reactiva, y con ello, especialmente, pulverización de magnetrón, pueden ser estaciones para el revestimiento de evaporación por arco, de nuevo reactivo o no reactivo, pueden ser, adicionalmente, estaciones de tratamiento para CVD, y con ello, especialmente, para CVD [deposición química en fase de vapor –“Chemical Vapour Deposition”] favorecida por plasma, pueden ser, de manera adicional, estaciones de ataque químico superficial, estaciones de calentamiento o de enfriamiento, etc.

45 Como se observa especialmente en la Figura 4, los elementos portadores de sustrato respectivos 34 se emplazan dentro de unos miembros de válvula interiores, uno de los cuales, el 40c, se ha mostrado en la Figura 4. En posiciones enfrentadas con las posiciones de las estaciones de tratamiento 38a a 38e, así como en la posición del elemento 35 de bloqueo de carga, se han proporcionado, montadas en la pared de fondo 42 del recipiente de tratamiento en vacío 10, unas disposiciones de cilindro / pistón respectivamente denotadas por 44a a 44e y 44₃₅.

50 Por medio de las disposiciones de cilindro / pistón 44, que son, de hecho, disposiciones de doble pistón, los elementos portadores 34 de sustrato y los miembros de válvula 40 pueden ser levantados y retraídos o replegados de forma independiente. De este modo, y teniendo en mente la Figura 4, por medio de la disposición de cilindro / pistón 44c, el elemento portador 34 de sustrato puede ser levantado hasta ocupar la posición de tratamiento para el sustrato 36 dentro de la estación de tratamiento 38c. Simultáneamente, si es necesario, el espacio de tratamiento dentro de la estación de tratamiento 38c es obturado o cerrado herméticamente con respecto al interior restante i del

55 recipiente de tratamiento en vacío 10, mediante la elevación el miembro de válvula 40c hacia, y hasta situarlo sobre, la pared 48 del recipiente de tratamiento en vacío 10.

Si se desea para un tratamiento de sustrato específico en estaciones de tratamiento específicas y según se ha ejemplificado para la estación de tratamiento 38c de la Figura 4, se proporciona, de manera adicional, un dispositivo de accionamiento rotatorio controlado 46c por medio del cual, una vez que el elemento portador de sustrato

respectivo 34 se ha llevado hasta una posición enfrentada con una estación de tratamiento 38, el elemento portador 34 de sustrato se hace rotar en su posición de tratamiento, por ejemplo, para establecer un tratamiento uniforme a lo largo de la superficie del sustrato.

5 De esta forma, en funcionamiento, la disposición de transporte 30 se hace rotar paso a paso en respectivos pasos angulares β , tal como se muestra en la Figura 3, de tal manera que, después de cada paso o etapa de giro angular, uno de entre el miembro de válvula 40 y los elementos portadores 34 de sustrato se encuentra en posición enfrentada con una de entre las estaciones de tratamiento 38 y el elemento 35 de bloqueo de carga. A continuación, en las posiciones enfrentadas, se establece el cierre hermético de la atmósfera de tratamiento o procesamiento con respecto al interior i del recipiente de tratamiento en vacío 10, mediante el levantamiento del miembro de válvula 40 hacia, y hasta colocarlo sobre, la superficie interna de la pared superior 48 del recipiente de tratamiento en vacío 10, por lo que los elementos portadores 34 de sustrato son elevados en posiciones de tratamiento respectivas, dentro de las estaciones de tratamiento 38. El levantamiento o elevación de los elementos portadores 34 de sustrato, por una parte, y de los miembros de válvula 40, por otra parte, se lleva a cabo de forma sustancialmente simultánea en cada una de las estaciones de tratamiento.

15 Ese miembro de válvula 40 que está situado en posición enfrentada con el elemento 35 de bloqueo de carga, actúa como válvula interior de bloqueo de carga. El manipulador 1 de sustrato, con el dispositivo de accionamiento de giro 9, se ha concebido de la forma que se explicó en el contexto de la Figura 1. Por ello, los dispositivos de accionamiento 11_a y 11_b según se ha mostrado en la Figura 1, se han realizado como respectivos dispositivos de accionamiento de cilindro / pistón 11_a y 11_b. Una bomba de vacío 48 de bloqueo de carga está conectada operativamente al compartimiento de bloqueo de carga del elemento 35 de bloqueo de carga.

Por otra parte, y como puede observarse en la Figura 3, el segundo manipulador 20 de sustrato se ha concebido según se ejemplificó más esquemáticamente en las Figuras 1 a 2f.

25 Como puede observarse en las Figuras 2b a 2f, la ocurrencia del movimiento por pasos hacia delante de la disposición de transporte 30 y la ocurrencia de los pasos de giro de 180° del primer manipulador 1 de sustrato están en sincronismo, pero la fase está desplazada en un semiperiodo de repetición de los pasos. De esta forma, el reloj de control de paso para la disposición de transporte 30, que depende de las duraciones de tratamiento respectivas en las estaciones de tratamiento 38, gobierna el reloj de giro para el manipulador 1.

30 Para cada una de las etapas de procesamiento o tratamiento que se llevan a cabo en las estaciones de tratamiento 38a a 38e, se establece una duración igual que está en correspondencia con la duración que se necesita para extraer un sustrato tratado de la disposición de transporte 30 y situarlo sobre uno de los elementos portadores 1a o 1b de sustrato del primer manipulador 1 de sustrato, y, adicionalmente, para aplicar, desde el elemento portador de sustrato respectivo 1b o 1a del manipulador 1, aún un sustrato sin tratar, a través del elemento 35 de bloqueo de carga, a la disposición 30 de transporte de sustrato.

35 Como puede observarse en la Figura 3, se proporciona, de manera adicional, un tercer manipulador 50 de sustrato en una realización específica del aparato de acuerdo con la invención. Este tercer manipulador 50 de sustrato, de nuevo teniendo en mente las Figuras 2b a 2f, funciona como una posición de fuente de suministro y de destino 7. Como, de acuerdo con las referidas Figuras 2b a 2f, en esta posición 7 se ha cargado un sustrato sin tratar procedente de dicha posición 7 y se recibe un sustrato tratado allí, al ritmo al que el primer manipulador 1 de sustrato manipula o maneja los sustratos, el manipulador 50 se hace funcionar según el mismo reloj de control de pasos que el primer manipulador 1 de sustrato. El tercer manipulador 50 de sustrato extrae, de esta forma, de uno respectivo de los elementos portadores 20 de sustrato, un sustrato tratado y aplica al mismo un sustrato sin tratar. El tercer manipulador 50 de sustrato se hace girar alrededor de un eje A_{50} , preferiblemente dispuesto paralelamente a los ejes A_1 , A_{20} , A_{30} , y se ha concebido como un manipulador de dos brazos, en analogía con el manipulador 1 de sustrato. El dispositivo de accionamiento de giro controlado para el tercer manipulador 50 de sustrato se ha designado mediante el número de referencia 52 en la Figura 3, con la entrada de control C_{52} .

40 Como se ha mostrado adicionalmente en la Figura 3, se proporciona una disposición de transportador unidireccional, o en un solo sentido, 54, con áreas 56 de soporte de sustrato en línea o en cadena. El transportador unidireccional 54 es desplazado paso a paso hacia delante según se ha mostrado por la flecha v, de tal manera que, siempre que un elemento portador 50a o 50b de sustrato del tercer manipulador 50 de sustrato se dispone enfrentado a uno de los elementos portadores 20a a 20c de sustrato del segundo manipulador 20 de sustrato, el otro de los dos elementos portadores 50a, 50b de sustrato queda enfrentado con uno de los soportes 56 de sustrato situados sobre el transportador 54. En esta posición, un sustrato sin tratar que llega desde E_{in} sobre un soporte 56 de sustrato, es asido por uno de los elementos portadores 50a o 50b de sustrato y, subsiguientemente, después de una etapa de giro de 180° del tercer manipulador 50 de sustrato, un sustrato tratado se libera y coloca sobre el soporte 56 de sustrato que acaba de ser liberado. Mediante un siguiente paso del elemento portador 54 unidireccional, el sustrato tratado es desplazado en sincronismo con la disposición de transporte 30.

En relación con la concepción del tercer manipulador 50 de sustrato por lo que respecta a la disposición geométrica de su eje A_{50} , y como manipulador de dos brazos, etc., se consiguen las mismas ventajas que ya fueron referidas en el contexto de la disposición específica del primer manipulador 1 de sustrato. Los elementos portadores 50a y 50b

de sustrato del tercer manipulador 50 de sustrato están equipados con unos miembros de agarre de sustrato puesto que, en estos elementos portadores de sustrato, los sustratos han de ser sostenidos en posición suspendida.

Como queda perfectamente claro para el profesional experto, es, principalmente, posible entregar sustratos tratados a un transportador en analogía con el transportador 54 de la Figura 3, y aplicar sustratos sin tratar procedentes de dicho transportador directamente hacia el segundo manipulador 20 de sustratos y desde este. Sin embargo, el concepto de tres manipuladores según se ha ejemplificado, combinado con el elemento de bloqueo de carga situado en la parte superior del recipiente de tratamiento en vacío 10, tiene la ventaja de que los sustratos pueden ser sencillamente depositados sobre el transportador 54 de elementos portadores de múltiples sustratos.

El aparato tal como se ha mostrado especialmente en la Figura 3, posiblemente con diferentes tipos de tercer manipulador 50 de sustrato, tal como se referirá más adelante, permite una concepción de lo más flexible para aparatos de tratamiento de sustratos más complejos.

En la realización según se ha mostrado en la figura 5, los sustratos han de ser tratados por las dos caras. Para hacerlo, en primer lugar, un aparato 60a de acuerdo con la realización de la Figura 3 se ha dispuesto a lo largo del transportador unidireccional 54. Como se ha ejemplificado por las cinco estaciones de tratamiento sombreadas existentes en el aparato 60a, la superficie anterior de los sustratos es tratada por cinco etapas de tratamiento o procesamiento iguales o diferentes. Una vez que los sustratos tratados por una cara se han vuelto a depositar por el tercer manipulador 50 de sustrato sobre el transportador 54, estos son desplazados paso a paso hacia delante, en dirección a una estación de volteo 58. En esta estación de volteo 58, los sustratos se vuelven bocabajo de tal manera que su superficie aún sin tratar queda dirigida hacia arriba. Los sustratos volteados o dados la vuelta son entonces transportados hasta un segundo aparato 60b concebido según se explicó en el contexto de la Figura 3. Allí se trata la cara posterior de los sustratos. Como semejante tratamiento de la cara posterior puede necesitar, por ejemplo, una única etapa de tratamiento o procesamiento superficial en el aparato 60b, y como se muestra por el respectivo sombreado, tan solo una de las estaciones de tratamiento está operativa, o bien tan solo se ha montado una de tales estaciones de tratamiento. Los sustratos con su cara posterior tratada superficialmente se vuelven a depositar sobre el transportador 54, de tal manera que, aguas abajo del aparato 60b, se transportan paso a paso sustratos que se han tratado tanto por su superficie anterior como por su superficie posterior.

Claramente, y aún teniendo en mente la realización de la Figura 5, una misma superficie del sustrato puede ser tratada por, en total, diez etapas de tratamiento, a saber, las del aparato 60a más las del aparato 60b, sin que se tenga que proporcionar la estación de volteo 58.

La Figura 6 muestra un ejemplo adicional de un aparato que combina la flexibilidad, de acuerdo con la presente invención, con disposiciones de aparatos múltiples, más complejas. Con la realización de la Figura 6 se establece un tratamiento en paralelo de sustratos, lo que conduce a doblar la capacidad de producción en el extremo de salida E_{out} del transportador 54. En un primer aparato 60c de acuerdo con la invención, cada segundo, el soporte 56 de pieza de trabajo del transportador 54 es vaciado de un sustrato sin tratar, y se vuelve a aplicar un sustrato tratado al ya vaciado soporte 56 de pieza de trabajo. Para hacerlo, el transportador 54 se hace avanzar paso a paso en una medida en correspondencia con dos soportes de sustrato subsiguientes 56, cada vez que un sustrato sin tratar ha sido reemplazado por un sustrato que ha sido tratado en el aparato 60c. Aguas arriba, se ha proporcionado a lo largo del transportador 54 un segundo aparato 60d, idéntico al aparato 60c. La separación de los dos aparatos 60c y 60d se establece de tal manera que el segundo aparato 60d, con su tercer manipulador 50d de sustrato, se sitúa enfrenteado con un sustrato sin tratar dispuesto sobre el transportador 54 cuando el primer aparato 60c, con su tercer manipulador 50c de sustrato, se sitúa, asimismo, enfrente de un sustrato sin tratar dispuesto en el transportador 54. El aparato 60d es, de esta forma, cargado, en paralelo con el aparato 60c, con un sustrato sin tratar procedente del elemento portador 54 de sustrato, y vuelve a aplicar, respectivamente, un sustrato tratado, de nuevo al soporte 56 de sustrato que se acaba de dejar libre, simultáneamente o a la vez que el aparato 60c hace otro tanto. Como el transportador 54 se hace avanzar al doble de velocidad, la entrega de sustratos tratados, en E_{out} , es doblada como consecuencia del mencionado tratamiento en paralelo.

En lugar de concebir el aparato en su conjunto para el manejo de un único sustrato y, con ello, realizar el transporte, sobre los respectivos transportadores 54 tal y como se ha ejemplificado en las Figuras 3, 5 y 6, de sustratos individuales, en una realización adicional, el manejo de los sustratos se lleva a cabo con una técnica caja a caja.

De acuerdo con la Figura 7, y teniendo en mente, por ejemplo, la Figura 3, se proporciona, en lugar de un transportador 54 para el transporte de sustratos individuales, un transportador 54a de transporte de caja en el que, en lugar de soportes 56 de oblea individual, se han proporcionado soportes 56a de caja o cartucho. Las cajas llenas con sustratos sin tratar son suministradas en la dirección de la flecha, paso a paso, hacia la posición de descarga P_{ul} . La caja con sustratos sin tratar es descargada por medio de un robot de pivote 58 sobre el segundo manipulador 20 de sustrato, y los sustratos tratados son descargados desde el segundo manipulador 20 de sustrato y cargadas en una caja siguiente aguas arriba por medio del manipulador 58. El movimiento paso a paso hacia delante del transportador 54a se lleva a cabo únicamente después de que se haya vaciado una caja con sustratos sin tratar y, de acuerdo con ello, la siguiente caja aguas arriba esté llena con un número correspondiente de sustratos tratados. Claramente, un manejo o manipulación caja a caja puede también llevarse a cabo, teniendo en mente, por ejemplo, la Figura 3, por medio de un manipulador 50 de dos brazos, por lo que se desplaza el transportador 54a con cajas

hacia delante y hacia atrás para vaciar subsiguientemente una caja con sustratos sin tratar y llevar la cajeta vecina situada aguas arriba con sustratos tratados.

5 El aparato de acuerdo con la presente invención se ha adaptado especialmente, hoy en día, para tratar sustratos como obleas de silicio para la fabricación de células solares. Con ello, y teniendo en mente, por ejemplo, la Figura 5, para depositar una capa que tiene un espesor triple de capas subsiguientes, se hacen funcionar de una misma manera tres estaciones de tratamiento subsiguientes, y dicha capa de espesor triple se deposita, de hecho, mediante la deposición subsiguiente de un tercio de la capa en tres estaciones de tratamiento subsiguientes que se hacen funcionar de la misma manera. De esta forma, con el aparato de acuerdo con la presente invención, el tratamiento superficial de los sustratos de la presente invención puede ser llevado a cabo una forma altamente flexible, por lo que todas las etapas de tratamiento se subdividen en subprocesos de igual duración en el tiempo. El aparato referido tiene un espacio de ocupación en planta mínimo y una capacidad de producción optimizada. Ha de apreciarse que todas las instalaciones de manipulación son fácilmente accesibles desde el exterior del recipiente de tratamiento en vacío, con la excepción obvia de la disposición de transporte 30 situada dentro de dicho recipiente. Los sustratos de, por ejemplo, un diseño circular o cuadrado pueden ser fácilmente tratados, especialmente los de más de 200 mm x 200 mm. Claramente, y en relación con el número de estaciones de tratamiento como la 38 de la Figura 3, el número de tales estaciones de tratamiento puede ser mayor o menor que cinco, según se ha mostrado, como ejemplo, en la Figura 3. Al establecer un procesamiento o tratamiento en seis estaciones de tratamiento 38 de acuerdo con la Figura 8a, puede depositarse una capa gruesa de SiN:H sobre obleas de silicio mediante la realización seis veces de la misma deposición de capa, por ejemplo, mediante CVD favorecida por plasma o PVD reactiva (pulverización catódica). De acuerdo con la realización de la Figura 8b, se deposita una capa relativamente delgada de SiN:H y, sobre dicha capa relativamente delgada, se deposita una capa adicional de SiN con aproximadamente cinco veces el espesor de la capa de SiN:H. Con la realización según se ha mostrado esquemáticamente en la Figura 8c, se deposita en primer lugar una capa relativamente delgada de SiN:H, y, a continuación, como consecuencia de un ritmo o velocidad de deposición más alta, una capa relativamente gruesa de ZnS-SiO₂, seguida de una capa relativamente gruesa de SiO₂, en cuatro subetapas. La subdivisión de etapas de tratamiento unitarias individuales en subetapas que se llevan a cabo subsiguientemente en estaciones de tratamiento subsiguientes, se lleva a cabo claramente teniendo en consideración la velocidad de tratamiento respectiva de los referidos procedimientos sobre la superficie del sustrato.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato de tratamiento en vacío que comprende:
- 5 • un recipiente de tratamiento en vacío (10), que comprende un elemento (5) de bloqueo de carga entre un interior (i) de dicho recipiente (10) y un exterior (e) de dicho recipiente (10), de tal manera que dicho elemento (5) de bloqueo de carga comprende una disposición de válvula externa (1a, 1b) entre un compartimiento de dicho elemento de bloqueo de carga y dicho exterior (e), y una disposición de válvula interna entre dicho compartimiento y el resto de dicho interior (i), de tal modo que dicho elemento (5) de bloqueo de carga se ha concebido como un elemento de bloqueo de carga en ambos sentidos, o bidireccional, para la transferencia de sustratos entre dicho interior (i) y dicho exterior (e);
 - 10 • una disposición de transporte (100) en dicho exterior (e) para transportar bidireccionalmente, o en ambos sentidos, sustratos hacia y desde dicho elemento (5) de bloqueo de carga, y que comprende:
 - 15 - un primer manipulador (1) de sustrato, susceptible de hacerse girar alrededor de un primer eje (A₁) por medio de un primer dispositivo de accionamiento controlado (9), y que comprende al menos dos primeros elementos portadores (1a, 1b) de sustrato, equidistantes con respecto a dicho primer eje (A₁),
 - un segundo manipulador (20) de sustrato, susceptible de hacerse girar alrededor de un segundo eje (A₂₀) por medio de un segundo dispositivo de accionamiento controlado (21), y que comprende al menos cuatro segundos elementos portadores (20a, 20b, 20c, 20d) de sustrato que son equidistantes con respecto a dicho segundo eje (A₂₀);
 - 20 - de tal manera que dichos primer y segundo elementos portadores de sustrato son mutuamente alineados, respectivamente, en una única posición (P1/20) de sus respectivos recorridos de trayectoria de giro conforme uno de dichos primeros elementos portadores de sustrato es alineado con uno de dichos segundos elementos portadores de sustrato, siendo el otro de dichos primeros elementos portadores de sustrato alineado con dicho elemento (5) de bloqueo de carga;
 - 25 - dichos primeros elementos portadores (1a, 1b) de sustrato son movibles hacia y desde dicho recipiente de tratamiento en vacío (10) una vez alineados con dicho elemento (5) de bloqueo de carga, por respectivos terceros dispositivos de accionamiento controlados (11a, 11b), con lo que se forma, respectivamente, dicha válvula externa.
- 2.- Un aparato de tratamiento en vacío de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho elemento (5, 35) de bloqueo de carga tiene una abertura de servicio hacia dicho exterior, que está situada en una porción de pared del lado superior de dicho recipiente de tratamiento en vacío (10).
- 3.- El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual dicho primer manipulador (1) de sustrato comprende dos de dichos primeros elementos portadores (1a, 1b) de sustrato, situados en dicho primer manipulador de sustrato, opuestos el uno al otro con respecto a dicho primer eje (A₁).
- 35 4.- El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual dicho segundo manipulador de sustrato comprende cuatro de dichos segundos elementos portadores (20a, 20b, 20c, 20d) de sustrato, dispuestos en pares opuestos entre sí con respecto a dicho segundo eje (A₂₀).
- 5.- El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual dichos primer y segundo ejes y la dirección de movilidad de dichos primeros elementos portadores de sustrato hacia y desde dicho recipiente de tratamiento en vacío, son paralelos.
- 40 6.- El aparato de tratamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual dicho recipiente de tratamiento en vacío comprende al menos dos estaciones de montaje por estación de tratamiento, cada una de las cuales está destinada a tratar un único sustrato, de tal modo que dicho recipiente de tratamiento en vacío comprende, adicionalmente, una disposición de transporte adicional (30), susceptible de hacerse girar alrededor de un tercer eje (A₃₀) por medio de un tercer dispositivo de accionamiento controlado, comprendiendo dicha disposición de transporte adicional (30) al menos tres soportes (34) de sustrato, equidistantes con respecto a dicho tercer eje y uniformemente distribuidos en dirección acimutal con respecto a dicho tercer eje, y en el cual dicha unidad de regulación de secuencia temporal controla en el tiempo dicho tercer dispositivo de accionamiento.
- 45 7.- El aparato de tratamiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicho tercer eje es paralelo a dicho primer eje.
- 50 8.- El aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende adicionalmente un transportador en un solo sentido, o unidireccional, (54), que interactúa con respecto al transporte de sustratos con dicho segundo manipulador (20) de sustrato.

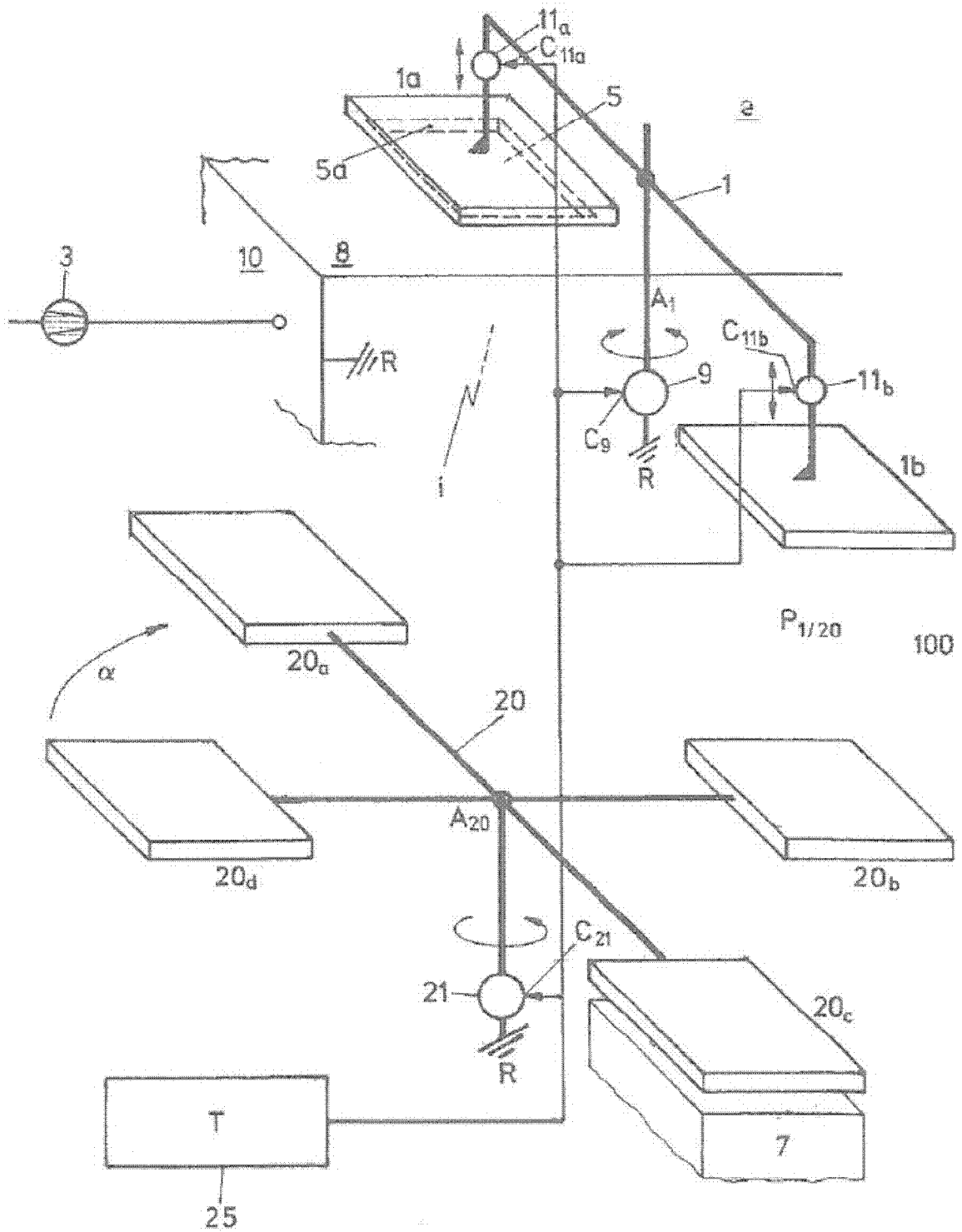
9.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual dicho transportador unidireccional (54) interactúa con dicho segundo manipulador (20) de sustrato por medio de un tercer manipulador de sustrato.

10.- Un aparato de tratamiento en vacío ampliado, que comprende al menos dos de dichos aparatos de tratamiento en vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, a lo largo de dicho transportador unidireccional.

5 11.- El aparato de tratamiento en vacío ampliado de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende una estación de volteo entre dos de dichos aparatos de tratamiento en vacío, dispuesta a lo largo de dicho transportador unidireccional para volver bocarriba los sustratos dispuestos sobre dicho transportador unidireccional.

10 12.- Uso del aparato de tratamiento en vacío de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9, o del aparato de tratamiento en vacío ampliado de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, para tratar sustratos de al menos 200 mm x 200 mm.

13.- Uso del aparato de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9, o del aparato ampliado de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 u 11, para la fabricación de células solares.



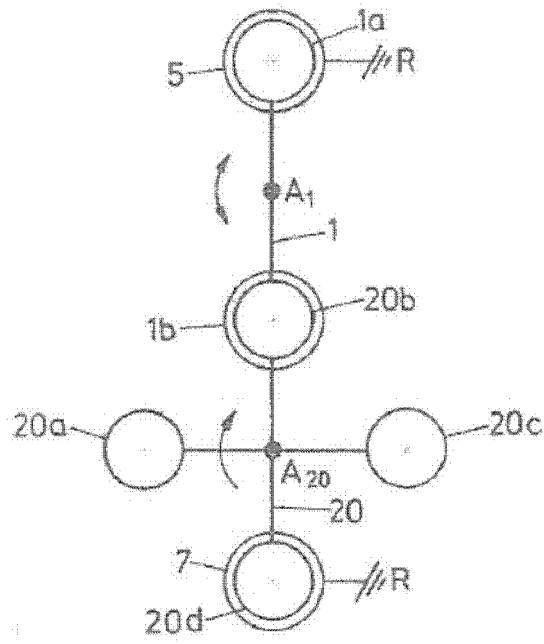


FIG. 2a

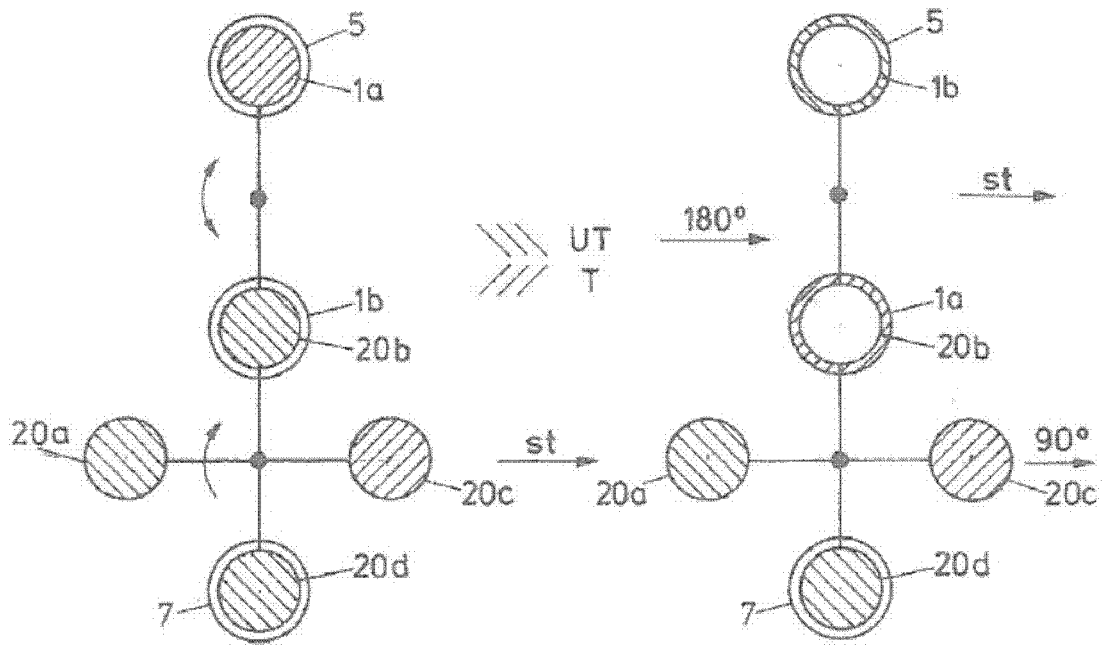
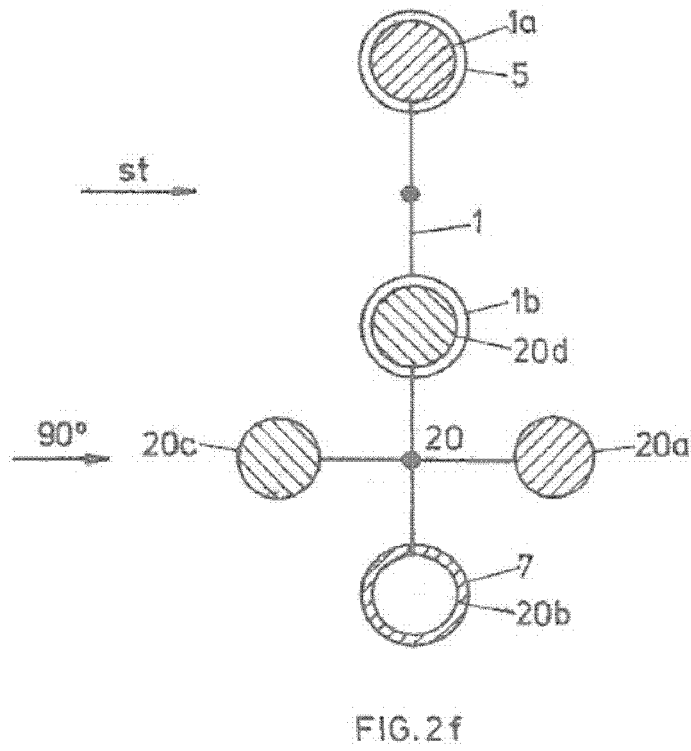
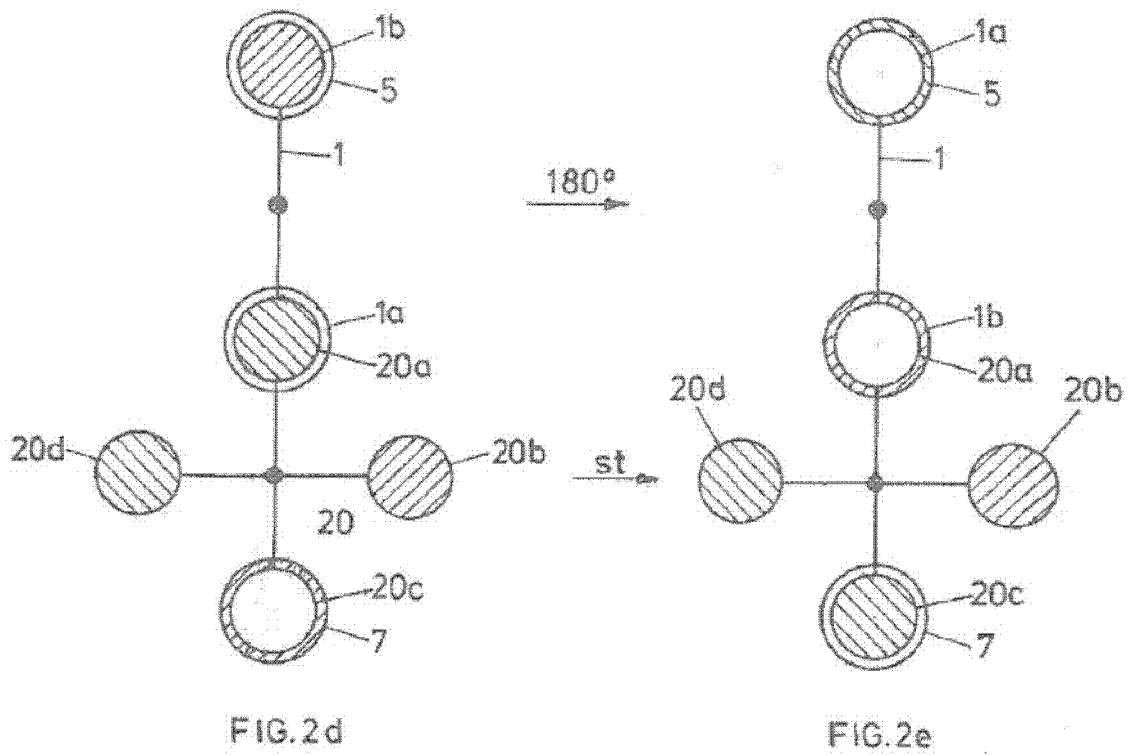


FIG. 2b

FIG. 2c



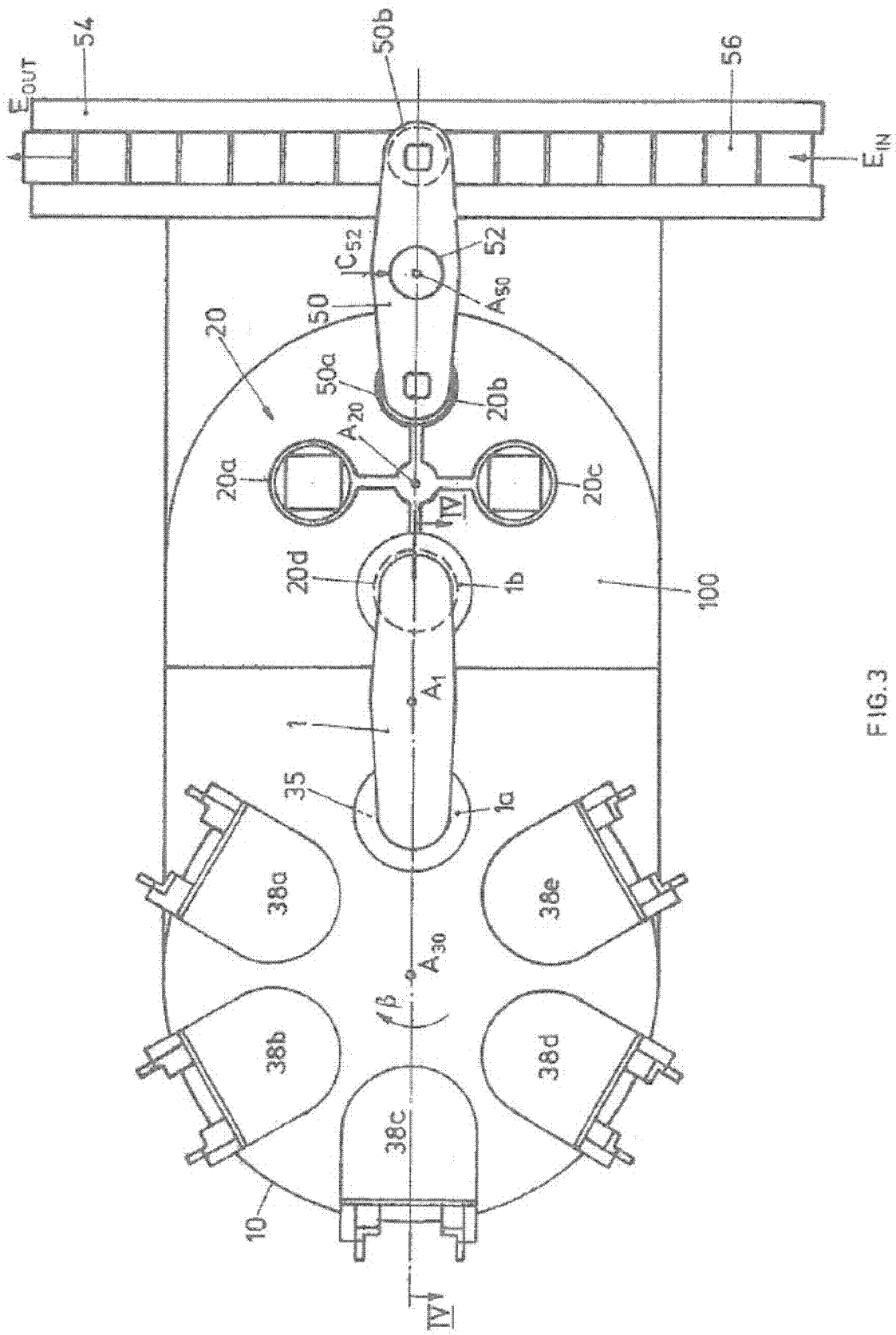


FIG. 3

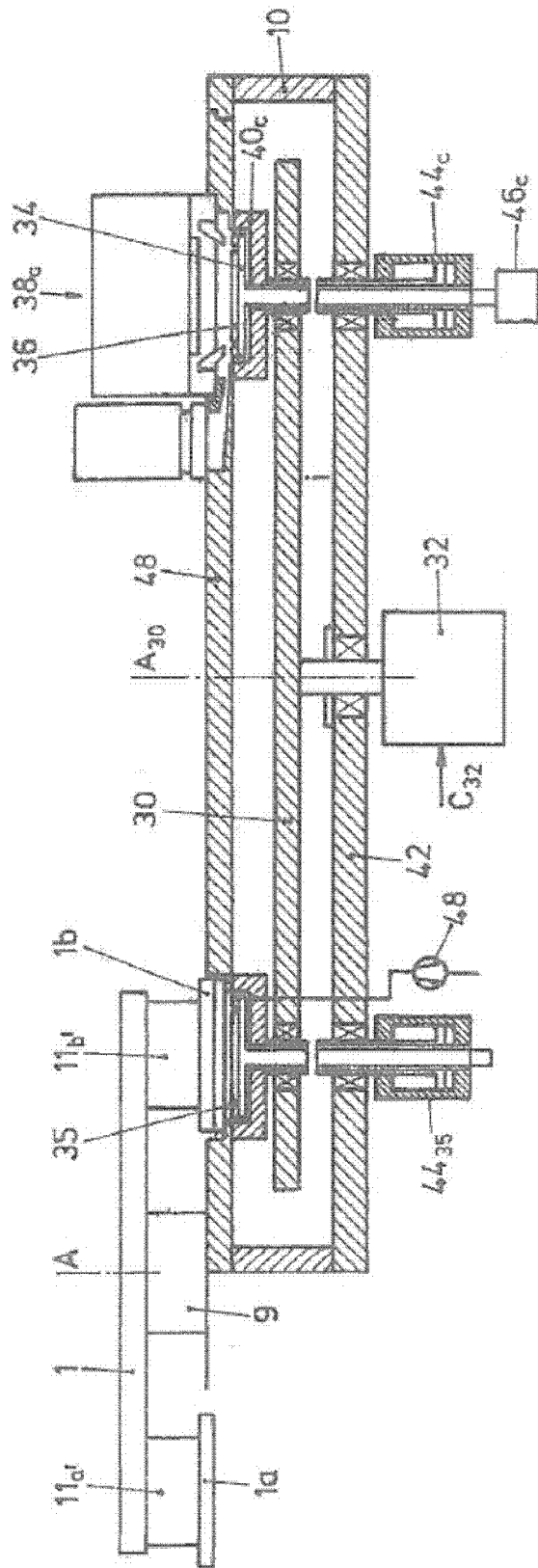


FIG. 4

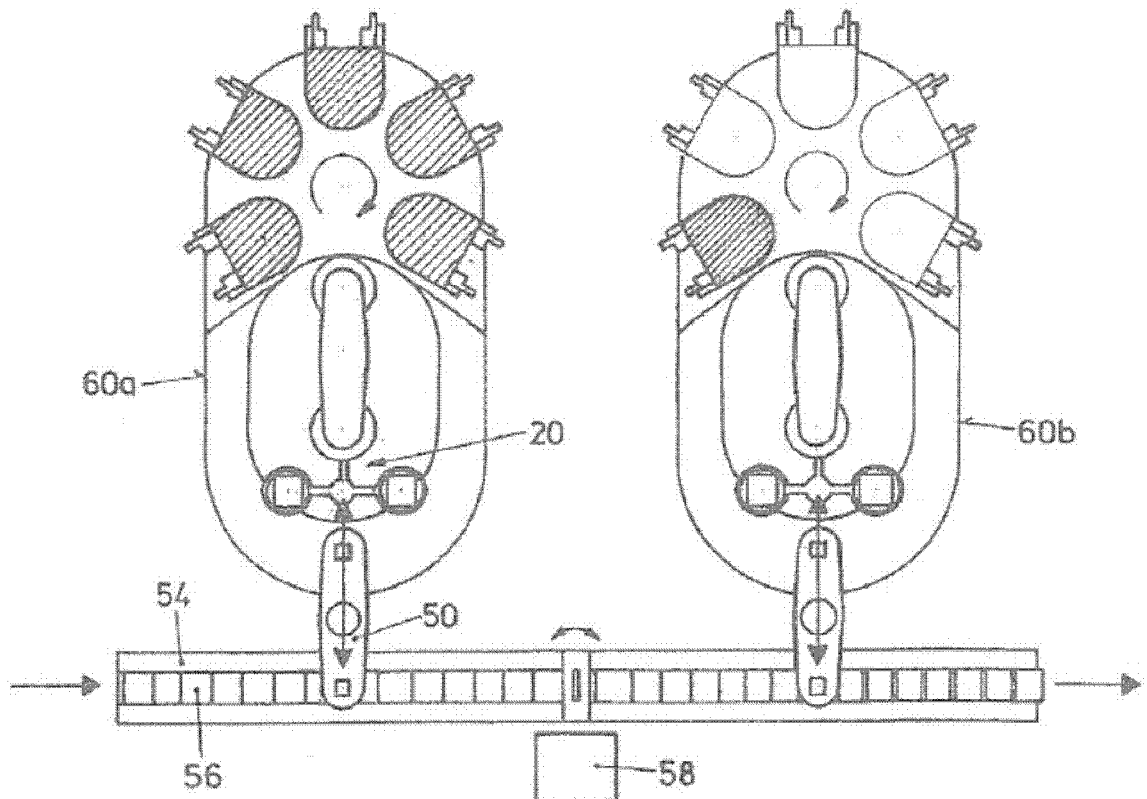


FIG. 5

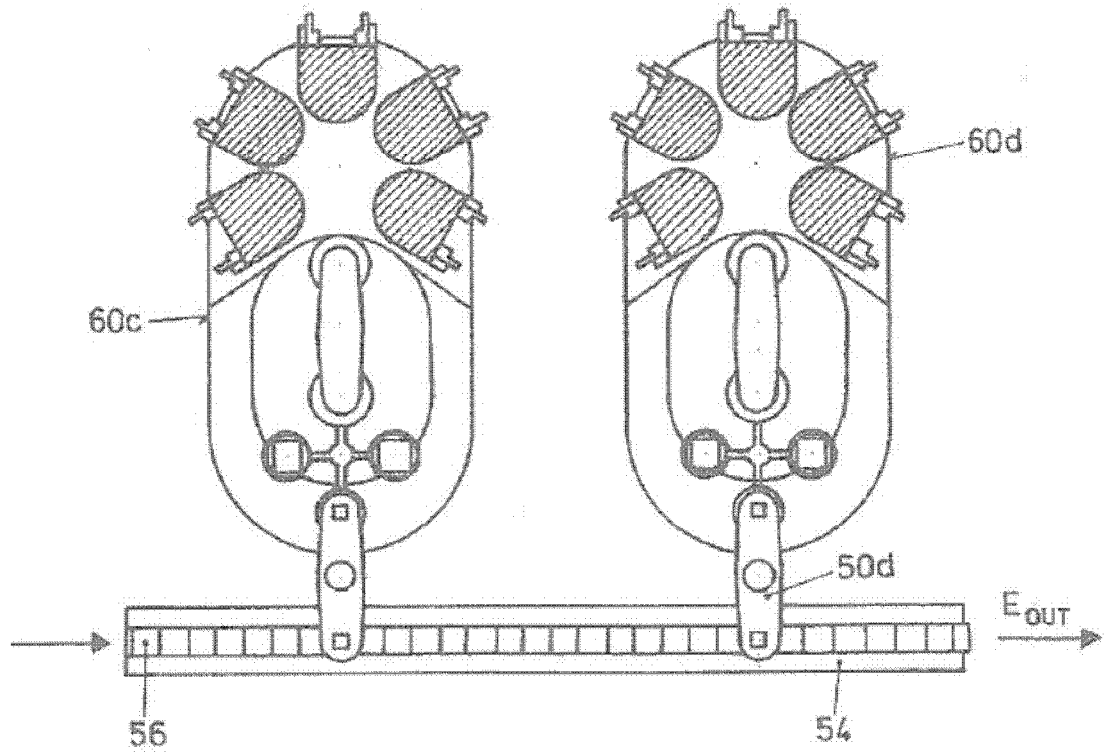


FIG. 6

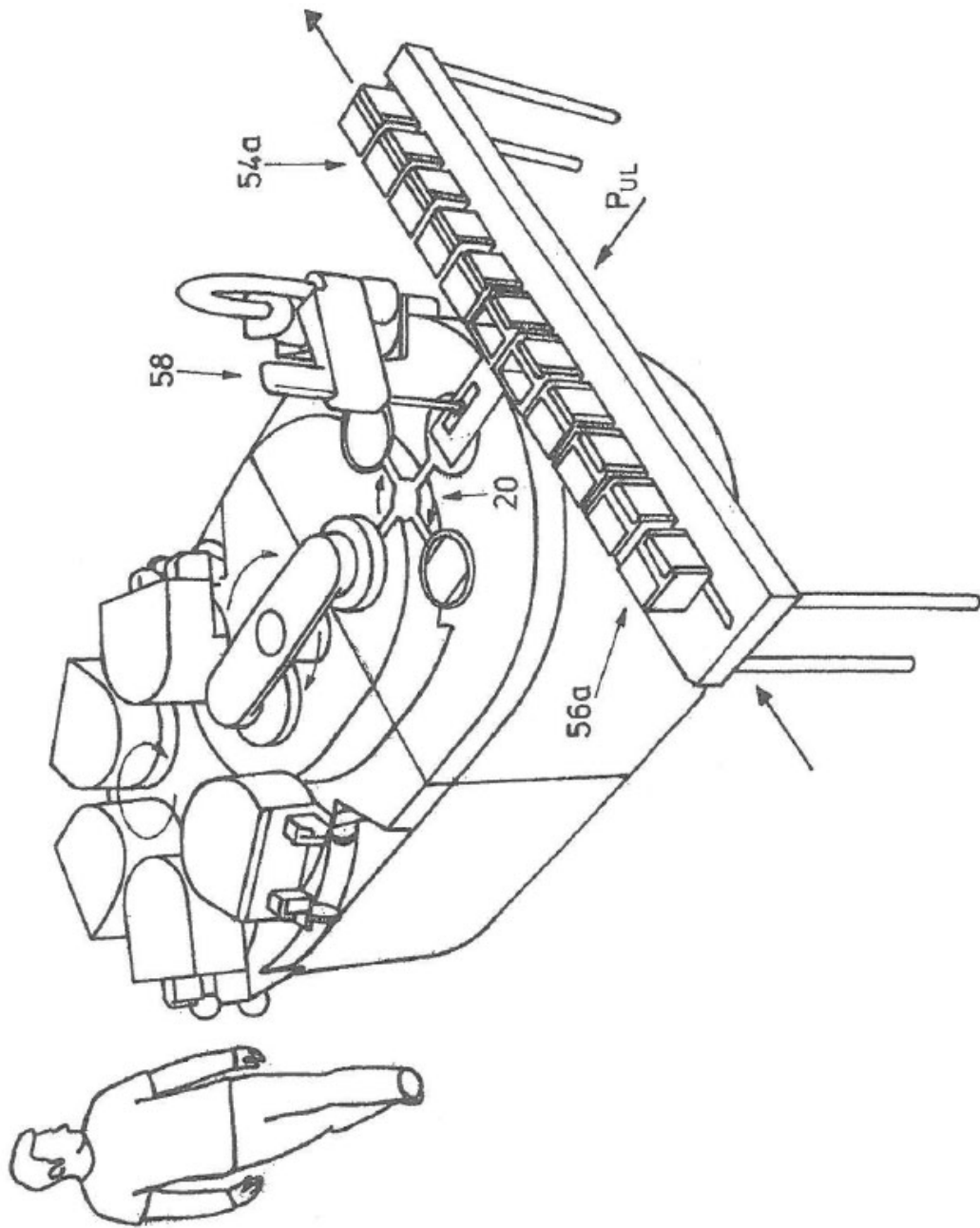


FIG.7

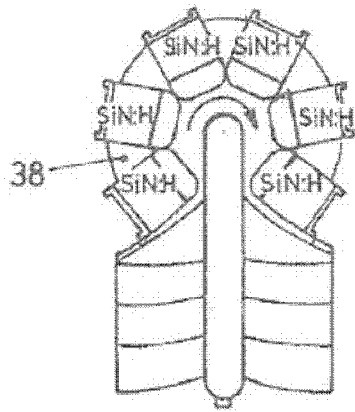


FIG. 8a

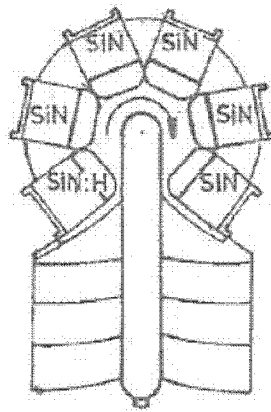


FIG. 8b

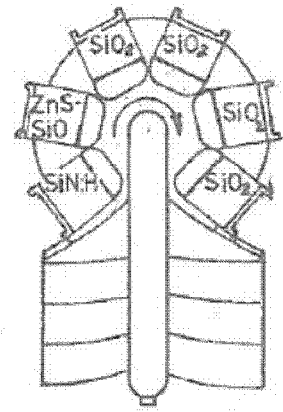


FIG. 8c