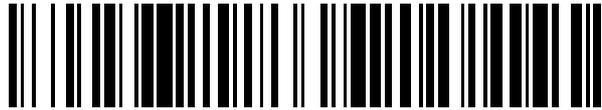


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 472 732**

51 Int. Cl.:

D06B 23/16 (2006.01)

F16J 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2006 E 06727184 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2013395**

54 Título: **Dispositivo de sellado de bandas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.07.2014

73 Titular/es:

**DOW CORNING IRELAND LIMITED (100.0%)
Moore Stephens Nathans, 83 South Mall
Cork, IE**

72 Inventor/es:

**KENNEDY, JOHN;
SIBBICK, RICHARD;
SWALLOW, FRANK;
DOBBYN, PETER;
HYNES, ALAN y
BRENNAN, JOHN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 472 732 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 de sellado de bandas

La presente invención se refiere a un aparato para tratar una banda móvil de material, a un proceso y al uso relacionado con el mismo, según se define en los preámbulos de las reivindicaciones independientes, y en especial al uso de un mecanismo de sellado para eliminar o reducir en gran medida la cantidad de gas en una capa límite gaseosa que rodea a una banda móvil de material debida al efecto de la fricción a medida que la banda pasa a una cámara de proceso aguas abajo en una atmósfera diferente.

Una banda es un sustrato móvil de material flexible, tal como materiales textiles tejidos y sin tejer, fibras textiles agregadas, hilo, películas plásticas, láminas de metal y bobinas metálicas y similares. Normalmente estas bandas se transportan mediante procesos de tipo carrete a carrete.

En los procesos en los que es necesario tratar una banda de material en una atmósfera gaseosa específica, típicamente una atmósfera inerte que contiene un gas no reactivo, es necesario excluir o por lo menos minimizar la introducción de gases externos contaminantes, tales como oxígeno/aire, que entran en una cámara de proceso utilizada para dicho tratamiento. Si bien el uso de juntas o similares y una cámara de proceso sin fugas substancialmente consigue esto, en el caso de tratar materiales de banda, el efecto de la fricción o el arrastre debidos al movimiento de la banda a través de la atmósfera externa puede llevar a la introducción de una fina capa límite de gas, p. ej. aire en la superficie de la banda, o adyacente a la misma, que es atraída a través de la cámara de proceso en la misma dirección que la banda. Por otra parte, cuando el material de la banda es de naturaleza porosa, los fluidos de la atmósfera externa, p. ej. oxígeno/aire o agua, también pueden quedar atrapados en el material de banda. La presencia de dichos contaminantes puede tener un efecto negativo en los resultados del proceso que se está llevando a cabo en la cámara de proceso.

Típicamente, en el caso de materiales que no son porosos, se instalan juntas simples en la entrada y la salida de la cámara de proceso en la que tiene lugar el proceso requerido y se inyecta un gas predeterminado o una mezcla de gases en la cámara que tiene como resultado la atmósfera requerida para que tenga lugar el proceso requerido. Las juntas se usan para crear una barrera para los contaminantes entrantes y el gas o gases predeterminados que se escapan. Sin embargo, también significa que la barrera para la retirada de gas también impide potencialmente que los contaminantes que entran en la cámara puedan salir de la misma. Puesto que no existe un sistema de sellado perfecto, será necesario suministrar de manera continua o periódica una cierta cantidad del gas predeterminado para garantizar que la atmósfera dentro de la cámara de proceso se mantenga constante. Por tanto, una vez sellada, la cámara se purga para producir la atmósfera requerida y, a menudo, se somete posteriormente a una introducción adicional continua o periódica del gas predeterminado para mantener la atmósfera requerida y compensar las pérdidas del gas predeterminado.

Mientras está en la región de la cámara de proceso, una banda móvil continuará induciendo un flujo de arrastre en el gas circundante ya sea contaminante o de otro tipo. En una cámara con unas dimensiones suficientes, este flujo de arrastre establecerá un patrón de recirculación de gas a lo largo de la superficie de la banda y de vuelta a la junta de entrada a través de unas regiones de la cámara de proceso a distancia de los efectos del arrastre producido por el movimiento de la banda, unos ejemplos de este tipo de sistema podrían incluir los aparatos de revestimiento por cortina en los que se proporciona la unidad de revestimiento por cortina para tratar la superficie de banda dentro de la cámara de proceso. Sin embargo, en los casos en los que la cámara de proceso es necesariamente estrecha, tal como en los sistemas de tratamiento con plasma que requieren una holgura inferior a aproximadamente 25 mm entre las paredes paralelas a la banda (p. ej. en el caso de sistemas de plasma los electrodos paralelos que aplican un potencial para generar el plasma requerido para tratar la banda) la distancia entre la banda y las paredes fronterizas de la cámara de proceso llegan a ser casi insignificantes, p. ej. 5 mm, lo que tiene como resultado que se impida sustancialmente la libre recirculación del gas de vuelta a la entrada. En este caso, se crean unas zonas con presiones diferentes en la entrada y en la salida de la cámara de proceso. Esta diferencia de presión lleva y produce el arrastre de mayor cantidad de contaminantes adentro del sistema pasando la junta de entrada y reducen su eficiencia.

Un problema importante percibido en la técnica anterior, incluso en cámaras de proceso comparativamente grandes que se necesitan para procesos de revestimiento por cortina, es que debido a que se origina la capa límite debido al arrastre o fricción, a medida que aumenta la velocidad de la banda a través de la cámara, el efecto de la capa límite se vuelve más agudo. Esto se puede ver particularmente en el caso de aparatos de revestimiento por cortina ya que cuando se aplican revestimientos a las bandas que se mueven a una velocidad superior a aproximadamente 150 m min⁻¹, el proceso de revestimiento se ve afectado negativamente porque la "cortina" de líquido utilizada en el proceso de revestimiento es deformada por la capa límite y tiene como resultado un revestimiento irregular del sustrato, por ejemplo, ya que como el desplazamiento no es uniforme la cortina de líquido puede asumir un patrón casi en forma de onda a través de la banda.

Se han propuesto varias soluciones para anular el efecto de la capa límite particularmente en relación con la aplicación de líquidos en sustratos móviles, particularmente en relación a procesos de revestimiento por cortina.

Los documentos US3508947 y US 5976630 describen distintas aplicaciones de escudos de aire. En el documento US3508947 la capa límite se retira al proporcionar un escudo de aire que comprende un colector de vacío colocado junto a la banda de sustrato para extraer la capa límite antes de que llegue a la cortina, protegiendo de ese modo la cortina de los efectos de la capa límite. En el documento US 5624715 el aire en la capa límite se extrae tanto de la capa límite del sustrato como de la capa límite provocada por la cortina. Los documentos US6743478 y US2004/0112282 describen el uso de un aparato de succión para retirar la capa límite de un sustrato móvil.

El documento US 6146690 describe un método para aplicar un revestimiento para un sustrato plano móvil que implica la interrupción de la capa límite mediante el control de la presión dinámica cerca de la línea de humectación de revestimiento por cortina al proporcionar mediante la aportación de un sensor de presión dinámica de aire en las inmediaciones de la línea de humectación que se adapta para accionar un dispositivo de aspiración cuando sea necesario para mantener la presión dinámica en un valor predeterminado. El documento EP 0489978 identificó que la diferencia de presión entre el aire ambiente y el interior del escudo de aire tiene que ser lo suficientemente alta como para evacuar la capa límite de aire que se adhiere a la banda, pero se debe limitar para evitar un flujo de aire en una dirección desde la cortina de revestimiento hacia el escudo de aire contra el movimiento del sustrato porque dicho flujo de aire lleva a que por lo menos parte de la cortina sea aspirada hacia el escudo de aire. El documento WO 03/053597 describe un método y un aparato para el revestimiento por cortina que implica el uso de un escudo de aire y un suministro de aire cerca de la línea de humectación dinámica que se mueve contra la dirección de movimiento del sustrato y de la capa de aire límite del sustrato.

El documento US2003/0145785 describe un proceso de revestimiento por cortina que utiliza un dispositivo de atenuación aguas arriba de la región de revestimiento en forma de un elemento de sellado presionado contra la superficie de sustrato y que se rueda sobre el mismo sin deslizamiento. El dispositivo de atenuación puede comprender una disposición de electrodos o una fuente de ultrasonidos. En opinión del solicitante nada de lo anterior es adecuado para las cámaras de proceso de tamaño reducido que se contemplan en la presente invención para procesos tales como tratamientos con plasma en los que la banda tiene que pasar a través de unos plasmas generados entre electrodos paralelos que tienen que estar separados a una corta distancia con el fin de generar el plasma.

El documento WO02/24987 describe un aparato de acabado de hilo de alta velocidad y un método por el que se dice que el límite se bloquea para que no entre al aparato. El documento EP0989455 describe un aparato para el tratamiento continuo de material laminar a presión reducida que comprende un alojamiento a través del cual puede pasar un sustrato de tipo banda desde una entrada a una salida que están selladas ambas por unos rodillos impulsores. Para mantener el paso del sustrato a través del alojamiento se utiliza una serie de pares de rodillos y se proporcionan unos medios rotatorios de sellado para sellar cada rodillo impulsor, formando de ese modo unas cámaras selladas entre pares adyacentes de rodillos impulsores que se utilizan como células de tratamiento a presión reducida para aplicar revestimientos líquidos mediante aplicaciones de revestimiento por cortina o tratando continuamente con plasma un sustrato continuo al vacío como se describe en el documento EP0527859.

El documento US4437324 describe un aparato para tratar una tela de manera continua utilizando un plasma a baja temperatura que comprende un reactor provisto de unos mecanismos de sellado, una pluralidad de rodillos de guía de tela dispuestos arriba y abajo en el reactor para transportar una tela formando en zigzag unas ondulaciones serpenteantes, una pluralidad de paredes divisorias dispuestas arriba y abajo de manera alternativa en el reactor para formar unos pasos de tela en zigzag para transportar la tela entre los mismos, se proporciona una abertura de suministro de gas en las inmediaciones de la salida de tela para lanzar un chorro de gas a los pasos de tela en zigzag, se proporciona un par de placas de electrodos adyacentes a la abertura de suministro de gas para producir un plasma a baja temperatura con el uso combinado de una onda eléctrica de alta frecuencia aplicada a la misma y el gas lanzado a chorro desde la abertura de suministro de gas, y se proporciona un conducto de vacío en las inmediaciones de la entrada de tela del reactor.

La presente invención está particularmente dirigida a unos métodos de tratamiento de bandas continuas que utilizan técnicas de plasma en equilibrio no térmico a presión sustancialmente atmosférica o al vacío. En ocasiones se hace referencia al plasma como al cuarto estado de la materia. Cuando se suministra continuamente energía a una materia, su temperatura aumenta y típicamente se transforma desde un estado sólido a uno líquido y, a continuación, a un estado gaseoso. Si se continúa suministrando energía se hace que el sistema experimente otro cambio más de estado en el que los átomos neutros o las moléculas del gas se rompen por colisiones energéticas para producir electrones cargados negativamente, iones cargados positiva o negativamente y otras especies excitadas cuya mezcla de partículas que exhibe un comportamiento colectivo es un plasma. Debido a su carga eléctrica, los plasmas están muy influidos por los campos electromagnéticos externos, lo que los hace fácilmente controlables. Por otra parte, su alto contenido energético les permite conseguir procesos que son imposibles o difíciles mediante los otros estados de la materia, tal como mediante el procesamiento de gases o líquidos.

El término "plasma" abarca una amplia gama de sistemas cuya densidad y temperatura varían en muchos órdenes de magnitud. Algunos plasmas están muy calientes y todas sus especies microscópicas (iones, electrones, etc.) están en un equilibrio térmico aproximado, el aporte de energía al sistema se distribuye ampliamente a través de colisiones a nivel atómico/molecular, unos ejemplos incluyen las técnicas de pulverización de plasma y llama que

implican la explosión de superficies con sólidos derretidos a temperaturas muy altas. Sin embargo, otros plasmas como los que están a baja presión (por ejemplo a 100 Pa) en los que las colisiones son relativamente infrecuentes, tienen sus especies constituyentes a temperaturas ampliamente diferentes y se denominan plasmas en "equilibrio no térmico". En estos plasmas no térmicos, los electrones libres están muy calientes con unas temperaturas de muchos miles de grados kelvin (K) mientras que las especies neutras e iónicas permanecen frías. Debido a que los electrones libres tienen una masa casi insignificante, el contenido térmico total del sistema es bajo y el plasma funciona cerca de la temperatura ambiente, permitiendo de este modo el procesamiento de materiales sensibles a la temperatura, tal como los plásticos o los polímeros, sin imponer una carga térmica dañina en la muestra. Sin embargo, los electrones calientes crean, a través de colisiones de energía alta, una rica fuente de radicales y especies excitadas con una alta energía química potencial capaz de una reactividad física y química profunda.

Los procesos de plasma en equilibrio no térmico son ideales para el revestimiento de sustratos en forma de materiales, en bandas, delicados y termosensibles porque generalmente los revestimientos resultantes están libres de microporos incluso con capas finas. Las propiedades ópticas, p. ej. el color, del revestimiento a menudo se pueden personalizar y los revestimientos de plasma se adhieren bien incluso a materiales no polares, p. ej. el polietileno, además del acero (p. ej. películas anticorrosión en reflectores metálicos), tejidos, etc.

Por lo general, se hace referencia a un tipo de plasma como descarga de barrera dieléctrica difusa (*diffuse DBD, dielectric barrier discharge*), a una forma de la cual se le puede hacer referencia como una descarga luminiscente a presión atmosférica (Sherman, D.M. y col., J. Phys. D.; Appl. Phys. 2005, 38 547-554). Este término se usa generalmente para abarcar las descargas luminiscentes y las descargas de barrera dieléctrica, por las que la descomposición del gas del proceso se produce uniformemente a través de la holgura de plasma, que tiene como resultado un plasma homogéneo a lo largo y ancho de una cámara de plasma. (Kogelschatz, U. 2002 "Filamentary, patterned, and diffuse barrier discharges" IEEE Trans. Plasma Sci. 30, 1400-8) Estos pueden generarse a presiones atmosféricas y al vacío. Es esencial que tales sistemas tengan una mínima formación de arco entre las superficies de electrodo. Preferiblemente se evita completamente la formación de arco. En el caso de descargas de barrera dieléctrica difusa a presión atmosférica, para generar el plasma se utilizan gases, incluido el helio, el argón o el nitrógeno, como gases de proceso y se utiliza una fuente de alimentación de alta frecuencia (p. ej. > 1 kHz) para generar un plasma homogéneo o uniforme entre los electrodos a presión atmosférica. El mecanismo exacto de formación de DBD difusa sigue siendo todavía una cuestión discutida pero hay una evidencia cada vez mayor de que la ionización Penning desempeña un papel crucial, junto con la emisión secundaria de electrones desde la superficie del cátodo, (véase, por ejemplo los documentos, Kanazawa y col., J. Phys. D: Appl. Phys. 1988, 21, 838, Okazaki y col., Proc. Jpn. Symp. Plasma Chem. 1989, 2, 95, Kanazawa y col., Nuclear Instruments and Methods en Physical Research 1989, B37/38, 842, y Yokoyama y col., J. Phys. D: Appl. Phys. 1990, 23, 374).

Los plasmas a presión atmosférica ofrecen sistemas de perímetro o de orificio abierto industrial que proporcionan la entrada y salida libres a la región de plasma mediante p. ej. sustratos en banda y, por tanto, procesamiento continuo en línea de bandas de áreas grandes o pequeñas o piezas de trabajo discretas llevadas por un transportador. El rendimiento es alto, reforzado por el alto flujo de especies obtenido por el funcionamiento a alta presión. Muchos sectores industriales, tal como el textil, de envasado, de papel, médico, de automoción, aeroespacial, etc., dependen casi exclusivamente del procesamiento continuo en línea de modo que los plasmas de configuración de perímetro/orificio abierto a presión atmosférica ofrecen una nueva capacidad de procesamiento industrial.

Los sistemas que generan campos eléctricos localmente intensos, es decir, campos eléctricos no uniformes generados utilizando fuentes puntuales, de borde y/o de cable se describen tradicionalmente como sistemas de descarga en corona. Los sistemas de descarga en corona han proporcionado a la industria unos medios económicos y robustos para la activación de superficies durante más de 30 años. Sin embargo, no hay sistemas de descarga en corona disponibles comercialmente que muestren una deposición uniforme. Esto es debido a que dichos sistemas de descarga en corona tienen limitaciones significativas al aplicarlos a procesos de deposición. Típicamente funcionan en el aire ambiente, que tiene como resultado un entorno de deposición oxidativa, que dificulta el control de la química de deposición. El diseño de los sistemas de descarga en corona es de tal manera que genera descargas localmente intensas que tienen como resultado variaciones en la densidad de energía a través de la cámara de proceso. En las regiones de alta densidad de energía el sustrato tiene tendencia a dañarse debido a la descarga mientras que en las regiones de baja densidad de energía la velocidad de tratamiento es limitada. Los intentos por aumentar la velocidad de tratamiento en las zonas de baja densidad de energía dan como resultado niveles inaceptables daños en el sustrato o en el revestimiento en las regiones de alta energía. Estas variaciones en la densidad energética llevan a una química de deposición no uniforme y/o una velocidad de deposición no uniforme a través de la cámara de proceso. Además el proceso de corona es incompatible con las bandas gruesas o las piezas de trabajo en 3D.

Los sistemas de tratamiento con llama son unos ejemplos de plasmas en equilibrio térmico. Funcionan a alta temperatura de gas y son oxidativos por naturaleza, lo que significa que tienen limitaciones significativas cuando se aplican a procesos de deposición. En tales gases a altas temperaturas es imposible mantener la estructura química y/o la funcionalidad del precursor en los revestimientos depositados. Además, las altas temperaturas de proceso son incompatibles con los sustratos termosensibles.

Mientras que la técnica anterior se ha concentrado generalmente en medios para superar los problemas ocasionados por las capas límite de aire en una banda, parece que se ha realizado muy poca investigación con respecto a evitar la entrada de contaminantes gaseosos, tal como aire o un gas reactivo alternativo, en un proceso aguas abajo que se tiene que producir en una atmósfera alternativa. Los inventores de la presente invención han identificado unos medios para reducir el efecto y el tamaño de una capa límite, transportada a una atmósfera controlada, al anular o por lo menos minimizar la diferencia de presión entre la entrada y la salida de una cámara de proceso a través de la que pasa una banda en una atmósfera controlada.

Según la presente invención, se proporciona un aparato para tratar una banda en traslación de material en una atmósfera gaseosa predeterminada que comprende una cámara a través de la que se transporta una banda móvil de material desde una entrada en un primer extremo de la cámara a una salida en un segundo extremo de la cámara y unos medios para introducir y controlar un gas destinado a proporcionar dicha atmósfera gaseosa predeterminada dentro de dicha cámara, en donde dicha entrada y dicha salida comprenden unos medios de sellado, cada uno, diseñados para permitir el paso de dicha banda a través de la misma al tiempo que se minimiza la entrada de una capa límite de gas externo alrededor de dicho material, caracterizado por que dicho aparato también comprende uno o más canales de recirculación adaptados para recircular gases dentro de dicha cámara desde el segundo extremo de la cámara al primer extremo de la cámara, anulando o sustancialmente anulando de ese modo cualquier diferencia de presión dentro de la cámara entre dicha entrada y dicha salida.

Un aparato para tratar una banda en traslación de material en una atmósfera gaseosa predeterminada, el aparato comprende:

una cámara de proceso que tiene una entrada en un primer extremo de la cámara y una salida en un segundo extremo de la cámara, en donde dicha entrada y dicha salida comprenden, cada una de ellas, unos medios de sellado diseñados para permitir el paso de una banda de material a través de los mismos al tiempo que se minimiza la entrada de una capa límite externa de gas alrededor de dicho material;

unos medios para introducir y controlar el gas destinado a proporcionar dicha atmósfera gaseosa predeterminada dentro de dicha cámara, y

uno o más canales de recirculación para recircular los gases dentro de dicha cámara desde el segundo extremo de la cámara al primer extremo de la cámara y, por lo tanto, anular sustancialmente cualquier diferencia de presión dentro de la cámara entre dicha entrada y dicha salida.

Por el bien de esta invención el término "anular sustancialmente cualquier diferencia de presión" (y derivados del mismo) pretende abarcar la situación en la que el uso de los canales según la presente invención reduce completamente o casi completamente la diferencia de presión entre la entrada y la salida a cero, es decir, cuando se produce una diferencia de presión mínima entre la entrada y la salida. Por tanto, preferiblemente al comparar dos piezas de equipos idénticos aparte del hecho de que una comprende los canales como se ha descrito anteriormente, el equipo que contiene los canales tiene una diferencia de presión entre la entrada y la salida del mismo de no más del 10% y preferiblemente de no más del 5% de la diferencia de presión entre la entrada y la salida generada en el equipo sin los canales mencionados anteriormente.

Preferiblemente, la atmósfera gaseosa predeterminada es una atmósfera inerte. Se puede utilizar cualquier gas inerte adecuado. Unos ejemplos incluyen helio, argón, nitrógeno y mezclas de dos o más de los mismos y mezclas a base de argón que contengan adicionalmente cetonas y/o compuestos relacionados. Estos gases se pueden utilizar solos o junto con gases potencialmente reactivos como, por ejemplo, amoníaco, O₂, H₂O, NO₂, CO₂ aire o hidrógeno en proporciones predefinidas determinadas por el proceso que se está llevando a cabo dentro de la cámara.

El gas que forma la capa límite que rodea a la banda antes de la entrada en la cámara y que generalmente es atraído a la cámara debido a los efectos del arrastre o fricción puede ser cualquier gas o mezcla de gases que forma la atmósfera a través de la cual la banda se atrae en la parte exterior de la cámara. Por lo tanto, a menos que se haya tratado previamente la banda, será típicamente aire aunque puede incluir típicamente cualquier otro gas presente en la atmósfera externa a través de la que se transporta la banda antes de entrar en la cámara de proceso.

Se puede utilizar cualquier combinación adecuada de juntas para formar los medios de sellado que definen la entrada de la cámara de proceso y los medios de sellado que definen la salida de la cámara de proceso en la que se trata la banda en una atmósfera controlada. Cada uno de los medios de sellado puede, por ejemplo, comprender unos miembros fijos de sellado o pueden ser en forma de pares de rodillos entre los que, durante el uso, la banda pasa para entrar o salir de la cámara de proceso. Como alternativa, las juntas pueden ser unas juntas estándar con borde, que pueden no ser adecuadas para algunos materiales de banda incluidos aquellos que se rayan fácilmente y/o materiales delicados que se dañan fácilmente. Una alternativa adicional es utilizar unos rodillos recogedores que son bien conocidos por su eficacia para retirar el aire arrastrado en los materiales que pasan a través de los mismos. Los rodillos recogedores pueden comprender una superficie dura sólida o una superficie blanda cubierta de caucho para mejorar el sellado y pueden moverse libres o ser impulsados para reducir la fricción. Otra alternativa adicional puede comprender el uso de rodillos recogedores junto con uno o más rodillos de vacío. Este método tiene la ventaja de utilizar unos rodillos recogedores junto con una reducción de la complejidad y el tamaño total de los rodillos de

sellado. Cuando se utilizan rodillos recogedores en bandas de área ancha, el diámetro y el tamaño de los rodillos llegarán a ser significativos.

Las juntas pueden ser del tipo descrito en el documento EP 0 989 455 A1 que comprende unos rodillos recogedores en serie para producir unas zonas de presión diferente entre los grupos de rodillos. Estos rodillos recogedores se sellan por sí mismos contra un rodillo más pequeño que, a su vez, se sella ante una almohadilla de desgaste. Una alternativa a la almohadilla de desgaste es utilizar juntas estándar con reborde. Cualquiera de estos diseños permite utilizar una presión significativa en los rodillos recogedores para asegurar un mínimo arrastre de gas (aire). La baja cantidad de arrastre de gas (aire) y la mínima fuga aseguran que se obtiene y se mantiene el entorno de presión requerida deseado entre los grupos de rodillos recogedores. Las juntas se utilizan para crear una barrera para el gas entrante (aire) y el gas que escapa desde la atmósfera controlada respectivamente. Puesto que ningún sistema de sellado es perfecto, puede ser necesario suministrar de manera continua o periódica una cierta cantidad de gas/mezcla de gases necesaria para formar la atmósfera requerida para asegurar que la atmósfera dentro de la cámara inerte se mantiene constante.

Durante el uso, a medida que un material de banda entra en la cámara a través de los miembros de sellado una fina capa límite de gas, típicamente aire, en la superficie del material es atraída por el movimiento de la banda adentro y a través de la cámara en la misma dirección que la banda. Una vez pasada la junta de entrada el sustrato móvil inducirá un flujo de arrastre en el gas circundante. Este flujo de arrastre establecerá un patrón de recirculación de gas a lo largo de la superficie de sustrato y de vuelta a la junta de entrada a través de los canales de recirculación según la presente invención. Los canales de recirculación de la presente invención impiden o minimizan las diferencias de presión entre la entrada y la salida y, por lo tanto, reducen/minimizan la cantidad de gas externo que se arrastra a la cámara al minimizar la reducción de presión relativa en la entrada comparada con la salida de la cámara que se produce en los sistemas de la técnica anterior y mantienen de ese modo la eficiencia de la junta de entrada. Típicamente el efecto de arrastre que produce la diferencia de presión relativa entre la entrada y la salida empieza a producirse cuando la distancia entre las paredes de la cámara, que son paralelas a la banda a medida que pasa a través de la cámara, es inferior a 15 cm de distancia. A medida que la distancia entre dichas paredes disminuye, la diferencia de presión relativa se vuelve cada vez más aparente de tal manera que cuando la distancia entre las paredes es inferior a 2 cm y el grosor de la banda es de hasta un 80% de la distancia entre las paredes, tal como potencialmente en el caso de una banda que pasa entre electrodos paralelos en un sistema de plasma de descarga de barrera dieléctrica difusa como se ha descrito anteriormente, el efecto de arrastre dentro de la cámara es significativo y sustancialmente una mínima cantidad del gas del proceso es capaz de retornar a la entrada una vez arrastrado a través de la cámara de proceso por medio de la banda.

Se apreciará que al proporcionar los canales de recirculación según la presente invención se permite realizar muchos procesos, particularmente los procesos continuos de revestimiento de plasma, a velocidades mucho más altas que las que serían posibles debido a la reducción significativa de la cantidad de gas externo arrastrado a través de la entrada por la banda. Esto tiene una doble ventaja sobre la técnica anterior ya que la cantidad/porcentaje del gas en la cámara variará significativamente menos y contendrá un porcentaje mucho mayor del gas requerido. Esto significará que se desperdiciará significativamente menos gas requerido al purgar el sistema para retirar el gas externo y que sustancialmente toda la capa límite comprenderá el gas requerido. Cada una de estas ventajas tiene como resultado unos revestimientos de mejor calidad en la banda que se está revistiendo en la cámara. Los revestimientos se pueden aplicar a velocidades de hasta aproximadamente 150 m min^{-1} o más, ya que sustancialmente se evitan las deformaciones asociadas comúnmente con los efectos de la capa límite.

Se puede proporcionar cualquier número de canales de recirculación. En el caso de una banda porosa se prefiere un canal de recirculación individual o una serie de canales de recirculación en un lado de la banda. Para bandas no porosas, en las que el gas no puede pasar fácilmente a través de la matriz de banda, es preferible que haya por lo menos dos canales de recirculación, uno a cada lado de la banda.

Al tratar bandas porosas en la cámara, particularmente con respecto a aplicaciones de procesamiento de plasma en equilibrio no térmico, tal como una descarga de barrera dieléctrica difusa (como se ha descrito anteriormente), el uso de un solo canal de recirculación o una serie de canales de recirculación en un lado de la banda tiene varias ventajas con respecto a tener canales de recirculación en ambos lados de la banda. Estos incluyen el hecho de que el uso de una o más cámaras de recirculación en un lado de la banda tendrá como resultado que el gas requerido (p. ej. helio) y (cuando esté presente) el agente reactivo se arrastren a través de la banda hacia y posteriormente a través del canal o canales de recirculación, mejorando de ese modo la eficiencia del proceso de revestimiento y minimizando la pérdida de agentes reactivos. Por otra parte, la extracción del agente reactivo residual a través del canal o canales de recirculación puede hacer que el proceso de revestimiento sea particularmente más eficiente, por ejemplo cuando se adapta la cámara para un uso como cámara de generación de plasma en equilibrio no térmico (p. ej., DBD difusa) generando más de un plasma en la cámara de proceso, particularmente si la región de tratamiento principal de la banda es la segunda zona de plasma a través de la que pasa la banda, ya que esto tiene como resultado que el agente reactivo residual (si lo hubiera) sea atraído a través de los canales de recirculación y, a continuación, se vuelve a tratar con plasma y se utiliza en forma de un material de revestimiento en la primera región de plasma.

Aunque se pueden producir pérdidas en el gas requerido, se verán reducidas significativamente. Sin embargo, como antes, se puede añadir el gas requerido a la cámara para compensar las pérdidas. Adicionalmente, se puede emplear un sistema de purga para retirar una parte del gas y así evitar la acumulación en la concentración de gases externos atraídos por la banda (típicamente aire) que se pueden haber filtrado más allá de la junta de entrada.

5 Un problema adicional que han tratado de solucionar los inventores es el de la retirada de fluidos externos, típicamente gases y líquidos, tales como aire y disolventes/agua atrapados respectivamente dentro de la matriz de las bandas porosas que entran a la cámara de procesamiento tales como los que se han descrito anteriormente.

10 El aparato según la presente invención también puede, por lo tanto, comprender una cámara intermedia aguas arriba de la cámara descrita anteriormente (en lo sucesivo se le hará referencia como cámara de proceso) dicha cámara intermedia comprende unos medios de purga para purgar la banda en traslación de material poroso con el gas requerido antes de entrar en la cámara de proceso para reemplazar el fluido atrapado en la banda porosa en el momento de entrar en la cámara intermedia con el gas requerido antes de que la banda entre en la cámara de proceso y unos medios de retirada de gas para extraer los fluidos purgados desde la banda porosa.

15 La cámara intermedia se puede formar meramente mediante la introducción de un sistema de sellado adicional a través del cual debe desplazarse la banda aguas arriba de la cámara de proceso. Preferiblemente cualquier sistema de sellado adecuado como lo descrito anteriormente puede utilizarse de nuevo para formar la entrada a la cámara intermedia. En una realización la junta de salida de la cámara intermedia puede funcionar adicionalmente como la junta de entrada de la cámara de proceso. Preferiblemente la junta que separa la cámara intermedia y la cámara de proceso se coloca de tal manera que antes de entrar en la cámara de proceso el gas externo arrastrado se sustituye por gas a utilizar en la atmósfera predeterminada, típicamente un gas inerte, inyectando gas inerte en la cámara intermedia y extrayendo el gas requerido/mezcla de fluidos residuales mediante unos medios de extracción adecuados. Preferiblemente los medios de extracción e inyección de gas se colocan en lados opuestos de la banda para asegurar una trayectoria del gas hacia la banda, a través de la misma y, posteriormente, lejos de esta.

20 El fluido extraído de la banda puede comprender cualquier fluido atrapado en la banda antes de entrar en la cámara intermedia, por ejemplo puede ser aire u oxígeno o algún otro gas de un tratamiento previo o puede ser un líquido tal como un disolvente con el que se ha limpiado la banda antes del tratamiento o simplemente agua o algo similar.

25 El uso de una sola cámara intermedia puede permitir la suficiente retirada de fluido desde la matriz de banda. Sin embargo, para algunas aplicaciones puede ser necesaria la retirada de sustancialmente todas las trazas de un fluido externo tal como el oxígeno ya que su presencia podría repercutir negativamente en los resultados del proceso que se está llevando a cabo en la cámara de proceso. En tales casos se prefiere una serie de cámaras intermedias.

30 Cuando se proporcionan múltiples cámaras intermedias, pueden interconectarse de tal manera que la junta de salida de una cámara intermedia forma la cámara de entrada de la vecina.

35 El suministro de gas requerido y la retirada de gas requerido/fluido extraído a través de cada cámara intermedia puede ser completamente independiente de otras cámaras intermedias y de la cámara de proceso, aunque preferiblemente el suministro y la extracción del gas requerido en la cámara de proceso es independiente del suministro y la extracción en las cámaras intermedias pero las cámaras intermedias están vinculadas de tal manera por uno o más canales que se introduce el gas requerido puro en la cámara intermedia vecina de la cámara de proceso y luego se pasa a través de las otras cámaras intermedias en serie a medida que avanzan y se alejan de la cámara para proporcionar una contracorriente del gas requerido que se mueve a través de las cámaras intermedias en sentido opuesto al sentido de paso de la banda a través de la misma. Esta contracorriente del gas requerido asegura que la banda pasa a través de una mayor concentración del gas requerido en cada cámara intermedia a medida que se aproxima a la cámara de procesamiento con el fin de que en las cámaras intermedias haya presentes unas concentraciones cada vez más reducidas de fluido (o fluidos). Por tanto, la mezcla de gas externo/gas requerido se extrae, a continuación, mediante unos medios adecuados de extracción desde la cámara intermedia a través de la que pasa primero la banda.

40 A continuación, el gas extraído puede transportarse a un sistema adecuado de separación para separar y regenerar el gas requerido y, por lo tanto, minimizar la pérdida del gas requerido a la atmósfera.

45 Se apreciará que con la finalidad de regenerar el gas requerido desde una banda porosa, se puede llevar a cabo el proceso inverso en una cámara de posterior al proceso aguas abajo de la cámara de proceso para retirar el gas requerido atrapado de la banda, reemplazarlo típicamente por aire o, en el caso de un proceso de múltiples etapas, por un segundo gas requerido. El último proceso es particularmente útil cuando el gas requerido es caro. Por otra parte, en ese tipo de proceso inverso la mezcla de gas extraída del proceso a contracorriente en la serie de cámaras intermedias puede utilizarse como el gas a contracorriente utilizado en la sustitución de cámara posterior al proceso del gas requerido por gas externo. La mezcla resultante de gas externo/gas requerido se transporta a un sistema adecuado de separación para su separación y regeneración.

55 Por tanto, se puede configurar una serie de cámaras de retirada de gas externo para tratamientos multi-proceso de banda o como alternativa la banda se puede pasar a través del sistema en un sentido para un primer revestimiento

y, a continuación, pasar a través del sistema en sentido contrario por lo que las cámaras posteriores al proceso en la primera pasada de la banda se convierten en las cámaras intermedias en la segunda pasada y viceversa. El gas requerido para el tratamiento del segundo revestimiento se puede cambiar e invertir el sentido del flujo de gas.

5 Obviamente esto significa que las cámaras intermedias en el primer paso se utilizan luego como las cámaras de extracción posteriores al proceso. La construcción modular de cámaras intermedias y juntas puede permitir instalar y desinstalar múltiples conjuntos a contracorriente según sea necesario para el proceso que se lleva a cabo en la cámara de proceso.

10 En una realización de la presente invención, cuando se utiliza una banda porosa, dicha banda se puede transportar alrededor de un rodillo en una cámara intermedia o de proceso posterior de tal manera que el sentido en el que se traslada la banda cambia aproximadamente 90° (es decir, una vez deja el rodillo la dirección de la banda es aproximadamente perpendicular a la dirección de aproximación de la banda al rodillo. Los inventores han identificado que el acoplamiento de la banda con ese tipo de rodillo tiene a tener un efecto de "compresión" en los "poros" dentro de la banda, forzando al gas externo atrapado hacia fuera de los poros en la banda. Por otra parte, al introducir el gas requerido en la cámara dirigido a la holgura que hay entre el rodillo y la banda inmediatamente antes de la interconexión de banda/rodillo, se mejora la sustitución del gas no deseado por el gas requerido. Los inventores han descubierto que sólo es necesario un único rodillo para tener este efecto pero ese tipo de proceso se puede mejorar aún más mediante la inclusión de un segundo rodillo que produce eficazmente un pinzamiento con el primer rodillo en la banda preferiblemente después de que la banda se haya movido 90°. El efecto de pinzamiento evitaría o por lo menos reduciría el efecto de arrastre en el gas externo. En todavía otra realización de la presente invención cada entrada y/o salida de cámara previa al proceso y posterior al proceso puede diseñarse para transportar la banda de esta manera como se describirá con más detalle en las Figuras de más adelante.

20 En una realización adicional de la presente invención el sistema a contracorriente puede comprender una parte de un sistema de rodillo prensador de vacío de tal manera que el rodillo actúa a la vez como los medios para extraer el fluido de una banda porosa y como los medios para bloquear o sustancialmente bloquear la entrada de la capa límite de gas externo alrededor de la banda. En una opción preferida el tamaño del rodillo prensador de vacío puede ser para que funcione como el rodillo principal para la entrada y para la salida de la cámara de proceso, y preferiblemente para contener las cámaras intermedias de la presente invención con el fin de intercambiar el gas requerido antes y después del tratamiento en la cámara de proceso. La utilización de dicho rodillo proporciona al usuario una certeza adicional de que la banda que se está transportando a la cámara de proceso se traslada a la misma velocidad que la banda tratada después del tratamiento en la cámara de proceso. Esto resuelve un problema particularmente difícil que a menudo se observa en los sistemas de este tipo porque incluso diferencias minúsculas en la velocidad del rodillo prensador de entrada y la velocidad del rodillo prensador de salida pueden tener como resultado daños o desgarros de la banda particularmente en bandas delicadas.

25 Por tanto, preferiblemente se puede suministrar más de un gas a las cámaras intermedias y posteriores al proceso según sea necesario. Los últimos procesos se pueden concebir cuando por ejemplo es esencial excluir aire y, típicamente, oxígeno de la primera etapa de procesamiento/revestimiento aunque en la cámara de procesamiento luego se necesita una segunda etapa de revestimiento que implica una etapa de oxidación en la que se necesita un gas requerido diferente.

30 El gas requerido puede ser cualquier gas o mezcla de gases requeridos para formar la atmósfera dentro del procesamiento en la cámara.

Los sistemas según la presente invención para un uso con bandas porosas comprenden el sistema de recirculación para equilibrar la presión en la cámara de proceso y opcionalmente en ambas cámaras intermedias para la retirada de gas externo de la banda y cámaras posteriores al proceso para la extracción del gas requerido para su regeneración y reutilización.

45 Los conceptos generales utilizados según la presente invención se pueden utilizar en cualquier aparato y proceso para tratar un material en banda en una atmósfera predeterminada, tal como un revestimiento por cortina, procesos de tratamiento de papel y procesos de tratamiento de descarga en corona y plasma continuo. En particular, el aparato y el método descritos en la presente solicitud están pensados particularmente para el uso en aparatos de tratamiento de plasma en equilibrio no térmico continuo (p. ej. DBD difusa, tal como descarga luminiscente del tipo descrito en los documentos WO 03/086031 y WO 02/28548 y similares) y/o un aparato adecuado de descarga en corona.

50 Para aparatos típicos de generación de plasma en equilibrio no térmico, el plasma se genera entre un par de electrodos dentro de una holgura de 3 mm a 50 mm, por ejemplo de 5 mm a 25 mm y como tal tiene una utilidad particular para revestir bandas de material. La generación de una descarga de barrera dieléctrica difusa de estado estacionario a presión atmosférica, tal como un plasma de descarga luminiscente se obtiene preferiblemente entre electrodos adyacentes que pueden estar espaciados hasta 5 cm, dependiendo del gas de proceso utilizado. Sin embargo, típicamente, la distancia entre los electrodos es inferior a 2 cm y lo más preferiblemente inferior a 1 cm y como tal potencialmente se verá afectada negativamente por el aumento gradual con el tiempo de un diferencial de presión entre una entrada y salida para una banda de material que pase entre electrodos con este tipo de geometría.

La descarga se genera mediante la descomposición uniforme del gas de proceso a través de la región de plasma entre los electrodos que tiene como resultado un plasma homogéneo a través de la anchura y la longitud de la cámara de plasma. El plasma se genera entre dos electrodos paralelos planos de alta tensión, por lo menos uno de ellos está cubierto por una barrera dieléctrica. La geometría de los electrodos es tal que asegura un campo eléctrico uniforme en la región de plasma.

Los electrodos se energizan por radiofrecuencia con un potencial de valor cuadrático medio (*rms, root mean square*) suficiente para encender y mantener una descarga entre los electrodos en el intervalo entre 1 kV a 100 kV, preferiblemente entre 1 kV y 30 kV a 1 kV hasta 100 kHz, preferiblemente a 10 kHz hasta 50 kHz. La tensión utilizada para formar el plasma típicamente estará entre 1 kV y 30 kV, lo más preferiblemente entre 2,5 kV y 10 kV, sin embargo el valor real dependerá de la elección de gas/química y el tamaño de la región de plasma entre los electrodos.

Se puede utilizar cualquier sistema adecuado de electrodos. Cada electrodo puede comprender una placa metálica o gasa metálica o algo similar retenidos en un material dieléctrico o puede, por ejemplo, ser del tipo descrito en la solicitud WO 02/35576 de los solicitantes en tramitación con la presente en donde se proporcionan unas unidades de electrodos que contienen un electrodo que tiene una placa dieléctrica adyacente y un sistema de distribución líquido de refrigeración para dirigir un líquido conductor de refrigeración sobre el exterior del electrodo para cubrir una cara plana del electrodo. Cada unidad de electrodos de este tipo comprende típicamente una caja hermética, uno de cuyos lados es una placa dieléctrica a la que se conecta un electrodo de placa o gasa metálica en el interior de la caja. También hay una entrada de líquido y una salida de líquido instaladas en un sistema de distribución de líquido que comprende un enfriador y una bomba de recirculación y/o un tubo de aspersión que incorpora unas toberas de pulverización. El líquido de refrigeración (preferiblemente agua o una disolución salina acuosa) cubre la cara del electrodo a distancia de la placa dieléctrica. La placa dieléctrica se extiende más allá del perímetro del electrodo y el líquido de refrigeración también se dirige a través de la placa dieléctrica para cubrir por lo menos esa parte de dieléctrica que delimita la periferia del electrodo. El agua actúa para pasivar eléctricamente cualquier frontera, singularidad o irregularidad en los electrodos de metal, tal como orillas, esquinas o extremos de malla en los que se utilicen los electrodos de malla metálica.

Como alternativa, por lo menos un electrodo puede ser del tipo descrito en la solicitud WO 2004/068916 de los solicitantes en trámite con la presente, en donde el electrodo comprende un alojamiento que tiene una pared interior y una exterior, en donde por lo menos la pared interior está formada por un material dieléctrico. El alojamiento se adapta para contener un material eléctricamente conductor por lo menos sustancialmente no metálico en contacto directo con la pared interior. Los electrodos de este tipo se prefieren para generar una descarga de barrera dieléctrica difusa, tal como una descarga luminiscente, ya que la descarga resultante es homogénea, lo que reduce significativamente las heterogeneidades si se compara con los sistemas que utilizan electrodos de placas metálicas. Preferiblemente, el material eléctricamente conductor no metálico está en contacto directo con la pared interior del electrodo.

Se puede utilizar cualquier material dieléctrico adecuado, unos ejemplos incluyen, aunque no se limitan a, policarbonato, polietileno, vidrio, laminados de vidrio, laminados de vidrio relleno con epoxi y similares. Preferiblemente, el dieléctrico tiene suficiente fortaleza para evitar que el dieléctrico se arquee o se deforme por el material conductor en el electrodo. Preferiblemente, el dieléctrico utilizado se puede mecanizar y se proporciona con un grosor de hasta 50 mm, más preferiblemente de hasta 40 mm de grosor y lo más preferiblemente de 15 mm a 30 mm de grosor. En los casos en los que el dieléctrico seleccionado no es suficientemente transparente, se puede utilizar un vidrio o ventana similar para permitir la visualización de diagnóstico del plasma generado.

Los electrodos no metálicos pueden espaciarse por medio de un espaciador o algo similar, que preferiblemente también se fabrica de un material dieléctrico que de ese modo efectúa un aumento en la fortaleza dieléctrica global del sistema al eliminar cualquier potencial para la descarga entre las orillas del líquido conductor.

El material eléctricamente conductor sustancialmente no metálico puede ser un disolvente polar, por ejemplo agua, alcohol y/o glicoles o soluciones salinas acuosas y mezclas de los mismos, aunque preferiblemente es una disolución salina acuosa. Cuando solo se utiliza agua, preferiblemente comprende agua corriente o agua mineral. Preferiblemente, el agua contiene hasta un máximo de aproximadamente un 25% en peso de una sal soluble en agua, tal como una sal de metal alcalino, por ejemplo cloruro de potasio o sodio o sales de metal alcalinotérreo.

Como alternativa, el material eléctricamente conductor sustancialmente no metálico puede ser una composición de pasta de polímero conductiva. Dichas pastas se utilizan actualmente en la industria de la electrónica para la adhesión y la gestión térmica de componentes electrónicos y tienen suficiente movilidad para fluir y adaptarse a las irregularidades de la superficie.

Unas pastas adecuadas pueden incluir siliconas, elastómeros de polioxi-polioléfinas, una masa fundida basada en una cera, tal como una cera de silicona, mezclas de resina/polímero, copolímeros de poliamida silicona u otros copolímeros orgánicos-silicona o similares o epoxi, poliimida, acrilato, polímeros con una base de isocianato o uretano. Los polímeros típicamente contendrán partículas conductoras, típicamente de plata pero se pueden utilizar

partículas conductivas alternativas, tal como oro, níquel, cobre, óxidos metálicos diversos y/o carbono incluidos nanotubos de carbono; o cuentas de cerámica o vidrio metalizado.

Una de las principales ventajas de utilizar líquidos para conducir materiales es que cada par de electrodos pueden tener una cantidad diferente de líquido presente en cada electrodo que tiene como resultado una zona de plasma de tamaño diferente y, por lo tanto, una longitud de recorrido y como tal potencialmente un tiempo de reacción diferente para un sustrato cuando pasa entre los diferentes pares de electrodos. Esto podría significar que el período del tiempo de reacción para un proceso de limpieza en la primera zona de plasma puede ser diferente de la longitud de recorrido y/o del tiempo de reacción en la segunda zona de plasma cuando se aplica un revestimiento en el sustrato y la única acción implicada en variarlos es la introducción de diferentes cantidades de líquido conductor en los distintos pares de electrodos. Preferiblemente, se utiliza la misma cantidad de líquido en cada electrodo de un par de electrodos en el que ambos electrodos son como se ha descrito anteriormente.

Un ejemplo del tipo de conjunto que se podría utilizar a escala industrial con electrodos según la presente invención es en donde se proporciona un conjunto de plasma a presión atmosférica que comprende por lo menos un primer y un segundo par de electrodos paralelos espaciados. La separación entre las placas interiores de cada par de electrodos forma una primera y una segunda zona de plasma respectivamente y el conjunto comprende además unos medios para transportar un sustrato sucesivamente a través de dicha primera y segunda zonas de plasma y un atomizador adaptado para introducir un material de elaboración de revestimiento sólido o líquido atomizado en una de dichas zonas primera y segunda de plasma. El concepto básico para dicho equipo se describe en la solicitud WO 03/086031 del solicitante en tramitación con la presente que se incorpora por referencia en la presente memoria.

En una realización preferida, los electrodos se distribuyen verticalmente. Se debe entender que el término vertical pretende incluir sustancialmente vertical y no debe limitarse únicamente a electrodos colocados a exactamente 90° con respecto al plano horizontal.

Aunque el conjunto de descarga a presión atmosférica puede funcionar a cualquier temperatura adecuada, funciona preferiblemente a una temperatura entre la temperatura ambiente (20 °C) y 70 °C y típicamente se utiliza a una temperatura en una región de 30 °C a 50 °C.

Los materiales con los que se va a revestir la banda se pueden introducir en la cámara de proceso mediante cualquier medio adecuado en forma de gas, líquido o sólido. Preferiblemente, los materiales líquidos y sólidos para revestir las bandas se introducen utilizando el sistema de suministro descrito en el documento WO 02/28548, en donde los precursores de polímeros con una base líquida se introducen en forma de un aerosol de gotitas de líquido en una descarga de plasma atmosférico o la especie excitada resultante de los mismos. Por otra parte, los materiales formadores de revestimiento se pueden introducir en la descarga de plasma o en la corriente resultante en ausencia de un gas portador, es decir, se pueden introducir directamente, por ejemplo, mediante inyección directa, por lo que los materiales formadores de revestimiento se inyectan directamente en el plasma.

El material formador de revestimiento se puede atomizar utilizando cualquier atomizador adecuado. Unos atomizadores preferidos incluyen, por ejemplo, toberas ultrasónicas, es decir, atomizadores neumáticos o vibratorios en los que la energía se imparte al líquido a una alta frecuencia. Los atomizadores vibratorios pueden utilizar un transductor piezoeléctrico o electromagnético para transmitir oscilaciones de alta frecuencia a la corriente de líquido descargada a través de un orificio. Estos tienden a crear unas gotitas sustancialmente uniformes cuyo tamaño es una función de la frecuencia de oscilación. El material que se va a atomizar es preferiblemente en forma de un líquido, un sólido o una suspensión líquida/sólida. El atomizador produce preferiblemente un tamaño de gota de material formador de revestimiento de 10 µm a 100 µm, más preferiblemente de 10 µm a 50 µm. Unas toberas ultrasónicas adecuadas que se pueden utilizar incluyen las toberas ultrasónicas de Sono-Tek Corporation, Milton, Nueva York, EE. UU. o Lechler GmbH de Metzingen, Alemania. Otros atomizadores adecuados que se pueden utilizar incluyen toberas de atomización de gas, atomizadores neumáticos, atomizadores a presión y similares.

El aparato de la presente invención puede incluir una pluralidad de atomizadores, en la cámara de proceso que pueden ser de particular utilidad, por ejemplo, cuando el aparato se va a utilizar para formar un revestimiento de copolímero sobre un sustrato a partir de dos materiales diferentes formadores de revestimiento, cuando los monómeros no son miscibles o están en fases diferentes, p. ej. el primero es un sólido y el segundo es gaseoso o líquido.

El gas requerido de la presente invención, tal y como se utiliza en esta realización, es el gas de proceso utilizado para generar un plasma. Se puede utilizar cualquier gas adecuado para generar un plasma apropiado para su uso en la presente invención, pero es preferible un gas inerte o una mezcla con base de gas inerte, tal como por ejemplo helio, argón, nitrógeno, y mezclas de dos o más de los mismos y mezclas con a base de argón que, adicionalmente, contengan cetonas y/o compuestos relacionados. Estos gases de proceso se pueden utilizar solos o combinados con gases potencialmente reactivos, tales como, por ejemplo, amoníaco, O₂, H₂O, NO₂, CO₂, aire o hidrógeno en proporciones predefinidas determinadas por el proceso que se está llevando a cabo dentro de la cámara. Lo más preferiblemente, el gas de proceso será helio solo o combinado con un gas reductor u oxidante. La selección de gas depende de los procesos de plasma que se van a llevar a cabo. Cuando se requiere un gas de proceso reductor u oxidante, preferiblemente se utilizará en una mezcla que comprenda 90% - 99% de gas noble y de un 1% a un 10%

de gas reductor u oxidante. Por lo tanto, se apreciará que la capacidad de reutilizar estos gases tan caros tiene como resultado un importante ahorro económico para el usuario.

En condiciones oxidantes el presente método se puede utilizar para formar un revestimiento que contenga oxígeno en el sustrato. Por ejemplo, los revestimientos a base de sílice se pueden formar en la superficie del sustrato a partir de materiales formadores de revestimiento que contienen silicio atomizado. Bajo condiciones de reducción, el presente método se puede utilizar para formar revestimientos sin oxígeno, por ejemplo, se pueden formar revestimientos con una base de carburo de silicio a partir de materiales formadores de revestimiento que contienen silicio atomizado. Por tanto cuando se desea ser selectivo con respecto al tipo de atmósfera predeterminada, es muy importante minimizar la entrada de gases externos, tales como aire en el sistema, para evitar una oxidación no deseada de los revestimientos aplicados a la banda.

En una atmósfera que contenga nitrógeno el nitrógeno puede unirse a la superficie del sustrato, y en una atmósfera que contenga nitrógeno y oxígeno, los nitratos pueden unirse a la superficie del sustrato y/o formarse en la misma. Dichos gases también se pueden utilizar para tratar previamente la superficie del sustrato antes de su exposición a una sustancia formadora de revestimiento. Por ejemplo, el tratamiento del sustrato con plasma que contiene oxígeno puede proporcionar una mejor adhesión con el revestimiento aplicado. El plasma que contiene oxígeno se genera introduciendo materiales que contienen oxígeno al plasma como gas de oxígeno o agua.

En una realización, el sustrato de banda de la presente invención puede revestirse con una pluralidad de capas de composiciones diferentes. Estas se pueden aplicar pasando el sustrato a través de una serie de diferentes cámaras de proceso o pasando repetidamente el sustrato o el sustrato parcialmente revestido a través de una cámara de proceso. Se puede utilizar cualquier número de ciclos o cámaras de proceso adecuados con el fin de conseguir los sustratos multi-revestidos apropiados.

Por ejemplo, el sustrato utilizado según la presente invención puede estar sujeto a una pluralidad de cámaras de proceso y/o plasma, cada una de las cuales puede funcionar de manera diferente, p. ej. una primera región de plasma podría utilizarse como un medio para oxidar la superficie del sustrato, por ejemplo, en un gas de proceso de helio/oxígeno. Sin embargo, una vez oxidado, puede ser imperativo retirar todo el oxígeno de la banda antes de que tenga lugar una segunda etapa de revestimiento debido a la interacción del oxígeno con el material de revestimiento que se va a utilizar. Esto se puede conseguir fácilmente según la presente invención incorporando una o más cámaras intermedias a través de las que debe pasar la banda antes de la aplicación del revestimiento para asegurar la retirada sustancial, si no total, del oxígeno de la banda. Esto se logra utilizando o bien una cámara de proceso o una serie de cámaras de proceso intercaladas con cámaras intermedias adaptadas para funcionar según sea necesario según la presente invención. Se pueden llevar a cabo más revestimientos o tratamientos de la banda según sea necesario para obtener el revestimiento total requerido en la banda.

En una realización adicional en la que se va a revestir un sustrato, en lugar de tener múltiples series de conjuntos de plasma, se puede utilizar una cámara de proceso que contenga una sola región de plasma con unos medios para variar los materiales de revestimiento que se introducen en la cámara de proceso y, típicamente, que pasan a través de la zona de plasma formada entre los electrodos. Por ejemplo, inicialmente la única sustancia que pasa a través de la zona de plasma podría ser gas del proceso, tal como helio que se excita por la aplicación del potencial entre los electrodos para formar una zona de plasma. El plasma de helio resultante se puede utilizar para limpiar y/o activar el sustrato que se pasa a través o con respecto a la zona de plasma. A continuación, se puede introducir uno o más materiales precursores formadores de revestimiento y el material activo el uno o más materiales precursores formadores de revestimiento se excitan al hacerlos pasar a través de la zona de plasma y tratar el sustrato. El sustrato se puede moverse a través de la zona de plasma en varias ocasiones para efectuar una múltiple colocación de capas y, cuando sea apropiado, la composición del material o materiales precursores formadores de revestimiento puede variarse reemplazando, añadiendo o deteniendo la introducción de uno o más, por ejemplo, introduciendo uno o más materiales precursores formadores de revestimiento y/o materiales activos.

Para llevar a cabo el método de la presente invención se puede utilizar cualquier equipo adecuado de plasma en equilibrio no térmico, sin embargo, es preferible utilizar unos medios para generar una descarga de barrera dieléctrica difusa, tal como una descarga luminiscente de presión atmosférica, una descarga de barrera dieléctrica (DBD) y una descarga luminiscente a presión baja, que pueden funcionar en modo continuo o en modo de impulsos.

El equipo de plasma también puede ser en forma de un chorro de plasma, por ejemplo, como se describe en el documento WO 03/085693, en el que un sustrato se coloca aguas abajo y a distancia de la fuente de plasma.

Se puede utilizar cualquier medio convencional para generar una descarga de barrera dieléctrica difusa atmosférica por la que la descomposición del gas de proceso se produce uniformemente a través de la holgura de plasma que tiene como resultado un plasma homogéneo a través de la anchura y de la longitud de una cámara de plasma. Unos ejemplos incluyen chorro de plasma a presión atmosférica, descarga luminiscente de microondas a presión atmosférica y descarga luminiscente a presión atmosférica. Típicamente, tales medios emplearán helio como el gas de proceso y una fuente de alimentación de alta frecuencia (p. ej. > 1 kHz) para generar una descarga de barrera dieléctrica difusa homogénea (p. ej. una descarga luminiscente homogénea) a presión atmosférica o aproximadamente a través del mecanismo de ionización Penning mencionado anteriormente. Los procesos en

corona, como se han descrito anteriormente, se excluyen de lo anterior ya que no proporcionan una descomposición uniforme del gas de proceso que se produce uniformemente a través de la holgura de plasma y como tal producen una descarga no homogénea.

5 En el caso de plasma a baja presión, tal como el plasma de descarga luminiscente de presión baja, el precursor líquido y el material activo se retienen preferiblemente en un recipiente o se introducen en el reactor en forma de una pulverización de líquido atomizado como se ha descrito anteriormente. El plasma a baja presión puede realizarse con un precursor de gas o líquido y/o material activo que caliente y/o pulse la descarga de plasma, pero se lleva a cabo preferiblemente sin que sea necesario un calentamiento adicional. Si se necesita calentamiento, el método según la presente invención que utiliza técnicas de plasma a presión baja puede ser cíclico, es decir, el precursor líquido se trata con plasma sin calentamiento, seguido de un calentamiento sin tratamiento con plasma, etc., o puede ser simultáneo, es decir, el calentamiento del precursor líquido y el tratamiento de plasma se producen conjuntamente. El plasma puede ser generado por radiaciones electromagnéticas desde cualquier fuente adecuada, tal como radiofrecuencia, microondas o corriente continua (CC). Es adecuado un intervalo de radiofrecuencia (RF) entre 8 MHz y 16 MHz, siendo preferible una RF de 13,56 MHz. En el caso de una descarga luminiscente o una 10 descarga de barrera dieléctrica difusa a presión baja, se puede utilizar cualquier cámara de reacción adecuada. La potencia del sistema de electrodos puede ser entre 1 W y 100 W, aunque preferiblemente está en la región de 5 W a 50 W para las técnicas de plasma de presión baja continua. La presión de cámara se puede reducir a cualquier presión adecuada, por ejemplo de 10 Pa a 0,1 Pa (de 0,1 mbar a 0,001 mbar) pero preferiblemente se encuentra entre 5 Pa y 1 Pa (0,05 mbar y 0,01 mbar).

20 Un proceso de tratamiento de plasma a impulsos particularmente preferido implica el envío a impulsos de descarga de plasma a temperatura ambiente. La descarga de plasma se envía a impulsos para tener un tiempo de "activación" y tiempo de "desactivación" particulares, de tal manera que se aplica una potencia media muy baja, por ejemplo una potencia inferior a 10 W y preferiblemente inferior a 1 W. El tiempo de activación típicamente es de 10 μ s a 10.000 μ s, preferiblemente de 10 μ s a 1000 μ s, y el tiempo de desactivación típicamente es de 1000 μ s a 10.000 μ s, preferiblemente de 1000 μ s a 5000 μ s. Se pueden introducir precursores líquidos atomizados y el o los materiales activos en vacío sin gases adicionales, es decir, mediante inyección directa, sin embargo, cuando se considere necesario también se pueden utilizar gases de proceso adicionales como el helio o el argón como portadores.

30 En el caso de opciones de plasma a presión baja el gas de proceso para formar el plasma puede ser como se describe para el sistema a presión atmosférica aunque puede, como alternativa, no comprender gases nobles, tales como el helio y/o el argón y, por lo tanto, puede ser puramente oxígeno, aire o un gas oxidante alternativo.

35 La región de proceso puede contener uno o más pares de electrodos entre los cuales se generan los plasmas por la excitación del gas requerido o de proceso que pasa a través de la cámara. La cámara de proceso puede diseñarse de modo que la banda pase a través de un plasma generado entre un primer par de electrodos paralelos (preferiblemente alineados verticalmente) y, a continuación, a través de un plasma generado entre un segundo par de electrodos paralelos (preferiblemente alineados verticalmente de nuevo). Se puede utilizar cualquier medio adecuado para transportar la banda aunque preferiblemente los medios para transportar el sustrato son mediante un proceso basado en un sistema de carrete a carrete. El sustrato se puede transportar a través de la primera región de proceso de plasma en dirección ascendente o descendente. Preferiblemente cuando el sustrato pasa a través de una zona de plasma en dirección ascendente y el otro en una dirección descendente se proporciona uno o más 40 rodillos guía para guiar el sustrato a través de ambas regiones de plasma en la cámara de proceso. El tiempo de residencia del sustrato en cada región de plasma se puede predeterminar antes de realizar el revestimiento y en lugar de variar la velocidad del sustrato, a través de cada zona de plasma, se puede alterar la longitud de recorrido que tiene que recorrer un sustrato a través de cada región de plasma de tal manera que el sustrato pueda pasar a través de ambas regiones a la misma velocidad pero pueda pasar un período de tiempo diferente en cada región de plasma debido a longitudes de recorrido distintas a través de las respectivas regiones de plasma.

45 En vista del hecho que los electrodos en la presente invención se orientan verticalmente, es preferible transportar un sustrato a través del conjunto de plasma a presión atmosférica según la presente invención en sentido ascendente a través de una región de plasma y en sentido descendente a través de la otra región de plasma. Sobre la base a la distancia entre electrodos adyacentes, como se explicará a continuación, se apreciará que el sustrato es transportado generalmente a través de una región de plasma en una dirección vertical o diagonal aunque en la mayoría de los casos será vertical o sustancialmente vertical.

50 Preferiblemente cada sustrato sólo necesita estar sometido a una pasada a través del conjunto pero si es necesario el sustrato puede retornarse al primer carrete para pasos adicionales a través del conjunto.

55 Se pueden añadir al sistema pares adicionales de electrodos, por lo menos uno de ellos está revestido por un material dieléctrico, para formar unas regiones de plasma sucesivas a través de las que pasaría, durante el uso, un sustrato. Los pares adicionales de electrodos se pueden situar antes o después de dicho primer y segundo par de electrodos de tal manera que el sustrato estaría sujeto a etapas de tratamiento previo o tratamiento posterior. Dichos pares adicionales de electrodos se sitúan preferiblemente antes o después y lo más preferiblemente después de dicho primer y segundo par de electrodos. Los tratamientos aplicados en las regiones de plasma formadas por los

5 pares adicionales de electrodos pueden ser los mismos o diferentes de los que se han llevado a cabo en la primera y la segunda región de plasma. En el caso en el que se proporcionen regiones de plasma adicionales para un tratamiento previo o un tratamiento posterior, se proporcionará el número necesario de guías y/o rodillos para asegurar el paso del sustrato a través del conjunto. De forma similar, preferiblemente el sustrato se transportará de manera alterna hacia arriba y hacia abajo a través de todas las regiones de plasma contiguas en el conjunto.

10 La presente invención se puede utilizar para formar muchos tipos diferentes de revestimientos de sustratos. El tipo de revestimiento que se forma en el sustrato se determina por el o los materiales formadores de revestimiento utilizados, y se puede utilizar el presente método para (co)polimerizar el o los materiales de monómeros formadores de revestimiento sobre la superficie del sustrato. El material formador de revestimiento puede ser orgánico o inorgánico, sólido, líquido o gaseoso, o mezclas de los mismos. Se pueden aplicar materiales activos atrapados en las superficies de sustrato mediante el presente equipo y procesos. El término material(es) activo(s) tal y como se emplean en la presente memoria pretenden significar uno o más materiales que realizan una o más funciones específicas cuando están presentes en cierto entorno y, en el caso de la presente aplicación, son especies químicas que no experimentan reacciones de formación de enlaces químicos dentro de un entorno de plasma. Se debe apreciar que un material activo se discrimina claramente del término "Reactivo". Por material reactivo o especie química se pretende entender una especie que experimenta reacciones de formación de enlaces químicos dentro de un entorno de plasma. El activo, por supuesto, puede ser capaz de experimentar una reacción después del proceso de revestimiento.

20 El sustrato puede ser en forma de bandas que comprenden fibras sintéticas y/o fibras naturales, telas de fibras tejidas o no tejidas, fibras tejidas o no tejidas, fibras naturales, material celulósico de fibras sintéticas, fibras textiles agregadas, hilo y similares. Sin embargo, el tamaño del sustrato está limitado por las dimensiones del volumen dentro del que se genera la descarga de plasma a presión atmosférica, es decir, la distancia entre los electrodos de los medios para generar el plasma.

25 El sustrato que se va a revestir puede comprender plásticos por ejemplo termoplásticos, tales como poliolefinas p. ej. polietileno y polipropileno, policarbonatos, poliuretanos, poli(cloruro de vinilo), poliésteres (por ejemplo tereftalatos de polialquilenos, particularmente tereftalato de polietileno), polimetacrilatos (por ejemplo polimetilmetacrilato y polímeros de hidroxietilmetacrilato), poliepóxidos, polisulfonas, polifenilenos, polietércetonas, poliimidaz, poliamidas, poliaramidas, poliestirenos, resinas fenólicas, epoxi y melamina-formaldehído, y mezclas y copolímeros de las mismas. Unos materiales poliméricos orgánicos preferidos son las poliolefinas, en particular el polietileno y el polipropileno. Otros sustratos incluyen películas delgadas metálicas fabricadas, p. ej., de aluminio, acero, acero inoxidable y cobre o similares.

30 Los sustratos revestidos que utilizan el aparato de la presente invención pueden tener varios usos. Por ejemplo, un revestimiento a una base de sílice, generado en una atmósfera oxidante, puede mejorar las propiedades de barrera y/o de difusión del sustrato, y puede mejorar la capacidad de que unos materiales adicionales se adhieran a la superficie del sustrato. Un revestimiento de siloxano o uno orgánico halo-funcional (p. ej., perfluoroalquenos) puede aumentar la hidrofobia, oleofobia y la resistencia a la suciedad y el combustible; mejorar las propiedades de filtración de líquido y gas y/o las propiedades de liberación del sustrato. Un revestimiento de polidimetilsiloxano puede mejorar la resistencia al agua y las propiedades de liberación del sustrato, y puede mejorar la suavidad de los tejidos al tacto; se puede utilizar un revestimiento polimérico de poli(ácido acrílico) como revestimiento humectante de agua, un revestimiento biocompatible o una capa adhesiva para promover la adhesión a la superficie del sustrato o como parte de la estructura laminada. La inclusión de especies de metal coloidal en los revestimientos puede proporcionar conductividad superficial al sustrato, o mejorar sus propiedades ópticas. El politiofeno y el polipirrol proporcionan revestimientos poliméricos eléctricamente conductivos que también pueden proporcionar resistencia a la corrosión en sustratos metálicos. Los revestimientos con una funcionalidad básica o ácida proporcionarán unas superficies con un pH controlado y una interacción controlada con moléculas biológicamente importantes como aminoácidos y proteínas.

50 Cada uno de los progresos descritos en la presente memoria llevan a una mejora de las velocidades de la banda a través de la cámara de proceso, que en el caso de los procesos de tratamiento de plasma a presión atmosférica permitirán que los procesos de tratamiento de plasma atmosférico continuo (CAPTP, *Continuous Atmospheric Plasma Treatment Processes*) funcionen a velocidades más altas en bandas porosas y no porosas de lo que es actualmente posible. El diseño permitirá que el procesamiento de bandas porosas que están actualmente restringidas a cámaras de plasma al vacío se lleve a cabo en un entorno atmosférico. Los procesos se podrían llevar a cabo de manera continua en lugar de mediante el método actual por lotes.

55 El diseño permitirá que el diseño CAPTP se convierta en un sistema sustancialmente plano. Un sellado adecuado permitirá muchos tipos de geometría de sistemas que anteriormente no se podían tener en cuenta.

La invención se entenderá más claramente a partir de la siguiente descripción de algunas realizaciones de la misma, que sólo se dan como ejemplo haciendo referencia a los dibujos acompañantes, en los que

Las Figuras 1a y 1b están destinadas a mostrar las situaciones observadas en las cámaras de proceso de la técnica anterior haciendo referencia en particular al tamaño de la cámara;

La Figura 2 representa una cámara de proceso que tiene dos canales de recirculación;

La Figura 3 representa una cámara de proceso como en la Figura 2 con una cámara intermedia aguas arriba de la cámara de proceso;

5 La Figura 4 representa una cámara de proceso como en la Figura 2 con una serie de cámaras intermedias de contracorriente para la retirada de fluidos externos desde una banda porosa;

La Figura 5 representa un sistema continuo de plasma a presión atmosférica que comprende un canal de recirculación y una serie de cámaras intermedias de contracorriente para la retirada de fluidos externos desde una banda porosa.

10 La Figura 6 muestra unos medios para estirar los poros en la banda mientras se traslada a través de una cámara previa al proceso o posterior al proceso.

La Figura 7 representa una realización alternativa de una serie de cámaras de proceso previo a contracorriente para la retirada de fluidos externos desde una banda porosa.

La Figura 8 representa un sistema de plasma que puede formar parte del aparato de la presente invención.

15 En la Fig. 1a se proporciona una cámara 1 de proceso a través de la que pasa un material de banda 2. La cámara 1 se sella mediante unas juntas 4a en la entrada y unas juntas 4b en la salida de la misma. La junta 4a define la entrada y la junta 4b define la salida de la cámara de proceso 1. El gas requerido se puede introducir en el sistema cómo y cuando sea necesario para mantener la atmósfera predeterminada dentro de la cámara de proceso. La Fig. 1a pretende mostrar un sistema que tiene una cámara 1 con unas paredes paralelas a la banda móvil pero suficientemente a distancia de las mismas (p. ej. 25 mm) para permitir que el gas requerido recircule a lo largo de las paredes de la cámara desde la salida a la entrada y de ese modo se iguale/anule cualquier diferencia de presión que de otro modo se desarrollaría, evitando de este modo diferenciales de presión entre la salida y la entrada y evitando substancialmente la entrada de gases externos en el sistema debidos a dicho diferencial de presión. La junta 4a evita substancialmente que el gas externo, p. ej., el aire 3, sea arrastrado adentro de la cámara 1. Estos números se utilizarán en todas las Figuras subsiguientes para representar las mismas características.

20 La misma situación no se produce en la Fig. 1b. En la Fig. 1b se apreciará que la anchura de cámara es significativamente más pequeña. En este caso dado que no hay suficiente espacio libre entre la banda y las paredes exteriores de la cámara, la recirculación del gas requerido se evita substancialmente debido a las dimensiones de la cámara y a los efectos del arrastre producidos por la banda que pasa a través de la misma. En este caso, en la entrada y en la salida de la cámara de proceso 1 se crean unas áreas de presión diferente. Este diferencial de presión lleva y hace que una mayor cantidad de contaminantes 6 sean arrastrados al sistema a través de la junta de entrada 4a, reduciendo así su eficiencia. De forma similar, con la junta de salida 4b el aumento de la presión relativa al entorno externo hará que los gases en la cámara de proceso salgan a través de la junta de salida 4b.

25 La Fig. 2 proporciona una primera realización de la presente invención ya que en este caso se proporcionan dos canales de recirculación 7, 8. Estos canales 7, 8 permiten que el gas requerido en el sistema vuelva a circular dentro de la cámara de proceso 1 desde la región de salida en las inmediaciones de la junta 4b a la región de entrada en las inmediaciones de la junta 4a. Dicho sistema de recirculación impide la formación de presiones diferenciales entre las regiones de entrada y de salida y protege la integridad de la junta de entrada 4a, de este modo evita/minimiza la entrada de gases externos. También se proporcionan una entrada 5 y una salida 9 de gas de proceso requerido para permitir que la purga periódica o continua de la cámara de proceso 1 retire los gases externos atraídos a la cámara 1 como una capa límite alrededor de la banda de material 2.

30 La Fig. 3 muestra la primera realización de la presente invención como se describe en la Fig. 2 en uso para el tratamiento de una banda porosa 2 combinada con unos medios para retirar los fluidos atrapados en la banda porosa 2 antes de entrar en la cámara de proceso 1. En la Fig. 3 se proporciona una cámara intermedia 10 aguas arriba de la cámara de proceso 1. La junta 4a actúa como la junta de entrada para la cámara de proceso 1 y como la junta de salida para la cámara intermedia 10. La junta de entrada para la cámara intermedia 10 se representa como 4c. En la Fig. 3 la mezcla de gas que se utilizará en la cámara de proceso se introduce en 11 a la cámara intermedia 10. La cámara intermedia 10 se diseña para permitir el flujo de gas requerido desde la entrada 11 a través de la banda porosa 2 a medida que se desplaza a través de la cámara intermedia 10 y sale a través de la salida 12 combinada con los fluidos retirados. Preferiblemente la mezcla de fluidos/gas retirados se devuelve, a continuación, para ser reciclada y en el caso del gas requerido para su reutilización en el sistema. Por tanto, la matriz de la banda está prácticamente exenta de fluidos externos antes de entrar en la cámara de proceso 1 y la capa límite alrededor de la banda también está sustancialmente compuesta de gas requerido y no un gas externo no deseado, tal como el aire.

35 40 45 50 55 En la Fig. 4 se representa una versión ampliada del sistema de la Fig. 3 en el que se proporciona una serie de dos cámaras intermedias 10 y 15 a contracorriente aguas arriba de la cámara de proceso. En este caso, la junta 4c representa la junta de entrada de la cámara 10 y la junta de salida de la cámara 15 y la junta 4d representa la junta

de entrada de la cámara 15. El gas requerido se suministra inicialmente a la cámara intermedia 10 a través de la entrada 11 y, a continuación, pasa a través de la banda 2 y afuera por medio del canal 17 a la cámara intermedia 15 de nuevo a través de la banda 2 y, a continuación, el gas requerido resultante y la mezcla de capa límite/fluidos atrapados anteriormente se retira a través de la salida 12 para su reciclaje.

5 También se ha proporcionado una cámara adicional 18 para la retirada del gas requerido de la banda 2 después del tratamiento en la cámara de proceso 1. Una mezcla de gas externo (o una mezcla de gas requerido para la siguiente cámara de proceso (que no se muestra) se dirige hacia y a través de la banda 2 desde la entrada 19a para retirar todo el gas requerido de la cámara de proceso 1. La mezcla gaseosa resultante se retira a través de la salida 19b para su reciclaje. La cámara 18 tiene una junta de entrada 4b que también actúa como la junta de salida de la cámara de proceso 1 y una junta de salida 4e.

10 La Figura 5 representa un sistema de plasma atmosférico según la presente invención que tiene una serie de cámaras intermedias y unas cámaras posteriores al proceso para la retirada de un gas no deseado de una banda de material de sustrato poroso. Se debe apreciar que puede utilizarse cualquiera de estas realizaciones independientemente de otra, pero preferiblemente se utilizarán ambas realizaciones para maximizar la eficacia del sistema. La Figura 5 representa una cámara de proceso 1 a través de la que se pasa una banda de material 2. La cámara de proceso 1 comprende dos zonas de plasma, una primera entre unos electrodos paralelos 32 y 33 y una segunda entre unos electrodos paralelos 34 y 35. Se proporciona un canal de recirculación 7 para vincular la entrada y la salida de la cámara de proceso 1 y para anular cualquier diferencia de presión entre las mismas.

15 La Figura 5 también representa un sistema a contracorriente de tres cámaras intermedias 10, 15 y 30 para reemplazar fluidos atrapados en la matriz de banda con un gas requerido. En un proceso de plasma del tipo presente, típicamente el gas requerido utilizado en la cámara de proceso y en el sistema a contracorriente que pasa a través de las cámaras intermedias 10, 15 y 30 desde la entrada 11 a la salida 12 a través de los canales 17 y 31 es cualquier gas adecuado mencionado anteriormente, aunque típicamente comprende helio. En este caso la junta 4c representa la junta de entrada de la cámara 10 y la junta de salida de la cámara 15 y 4d representa la junta de entrada de la cámara 15 y la junta de salida de la cámara 30 y 4f representa la junta de entrada de la cámara 30. Adicionalmente en este ejemplo también se proporciona un sistema a contracorriente de tres cámaras 42, 43, 44 posteriores al proceso para reemplazar el gas requerido (típicamente helio) que entra en la cámara intermedia 44 después del tratamiento de la banda en la cámara de proceso 1 con gas externo (típicamente aire). El gas requerido puede formar parte de la atmósfera general dentro de la cámara 44, y/o comprender la capa límite alrededor de la banda 2 y/o estar atrapado dentro de la matriz de la banda. En este caso, la junta 4g representa la junta de salida de la cámara 44 y la junta de entrada de la cámara 43, la junta 4h representa la junta de salida de la cámara 43 y la junta de entrada de la cámara 42 y 4j representa la junta de salida de la cámara 42. La cámara intermedia 42 se conecta a la cámara 43 a través del canal 45 y la cámara 43 se conecta a la cámara 44 a través del canal 46. Los gases entran en la cámara 42 por medio de la entrada 41 y salen de la cámara 44 a través de la salida 47 para la recuperación del gas requerido.

20 Durante el uso, la banda 2 entra en la cámara 30 desde unos medios de suministro externo (no se muestran) a través de la junta 4f y, a continuación, progresa secuencialmente a través de las cámaras 15 y 10 antes de entrar en la cámara de proceso 1 a través de la junta de entrada 4a. A medida que la banda 2 pasa a través de las cámaras intermedias 30, 15, 10, encuentra una cantidad cada vez más concentrada de gas requerido (helio) que pasa a través de las cámaras intermedias 10, 15 y 30 en sentido opuesto. Este proceso de tres cámaras intermedias 10, 15, 30 está diseñado para retirar el gas externo que quede en la capa límite alrededor de la banda 2 de tal manera que la capa límite que entra en la cámara de proceso 1 debería consistir prácticamente en gas requerido. El proceso de tres cámaras intermedias 10, 15, 30 también asegura que cuando la banda 2 entra en la cámara de proceso 1 la mayor parte de los fluidos (o incluso todos) atrapados dentro de la banda 2 al entrar en la cámara intermedia 30 se hayan sustituido por gas requerido. La mezcla de gas requerido y contaminantes (gases externos y fluidos atrapados) que sale de la cámara 30 a través de la salida 12 se transporta posteriormente a un sistema de reprocesamiento para separar el gas de proceso del gas externo antes de ser reutilizado o, como alternativa, se puede transferir directamente desde la salida 12 a lo largo de un canal 40 a la entrada 41 de un proceso a contracorriente diseñado para retirar el gas requerido de la banda después de pasar a través de la cámara de proceso 1. Una vez entra en la cámara de proceso 1 la banda 2 pasa secuencialmente a través de dos zonas de plasma entre los electrodos 32 y 33 y los electrodos 34 y 35 para los tratamientos apropiados y, a continuación, se saca de la cámara de proceso 1 a través de la junta de salida 4b. El canal de recirculación 7 se proporciona para minimizar la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la cámara de proceso 1. En el caso de la Figura 5, la banda 2 pasa a través de las cámaras intermedias 44, 43 y 42 secuencialmente, encuentra una cantidad cada vez concentrada de gas externo (aire) que pasa a través de las cámaras intermedias 42, 43 y 44 secuencialmente para retirar tanto gas requerido que sea posible antes de que la banda 2 salga de la cámara 42 a través de la junta 4j.

25 La Fig. 6 muestra una mejora a la presente invención para mejorar la retirada del gas no deseado de los poros en la banda. En la Fig. 6, la banda 2 se transporta inicialmente entre los rodillos recogedores 101 y 102 al tiempo que se mantiene una trayectoria horizontal para la banda antes y después de pasar a través de los rodillos. A continuación, la banda 2 se transporta al rodillo 103 sobre el que se guía la banda de tal manera que la trayectoria de la banda 2 cambia de dirección aproximadamente 90° después de moverse sobre el rodillo 103 (es decir, al dejar el rodillo 103

la dirección de movimiento de la banda 2 es aproximadamente perpendicular a la dirección de aproximación de la banda 2 al rodillo 103. El acoplamiento de la banda 2 con el rodillo 103 produce un estiramiento inicial o un efecto de apertura de poros en los "poros" dentro de la banda 2 que fuerzan al gas externo atrapado a salir de los poros en la banda 103. Por otra parte, al introducir el gas requerido (típicamente helio en el ejemplo del plasma que se utiliza en la presente memoria) en la holgura entre el rodillo 103 y la banda 2 inmediatamente antes de la interconexión inicial de banda/rodillo (103), se mejora la sustitución del gas no deseado por gas requerido. Los inventores han descubierto que aunque sólo se necesita un rodillo 103 para que se produzca tal efecto, el efecto se puede mejorar todavía más mediante la inclusión de un segundo rodillo 104 adaptado para "pinzar" la banda 2 cuando se utiliza junto con el rodillo 103 después de que la banda se ha movido 90°. El efecto de pinzamiento resultante del transporte de la banda 2 entre los dos rodillos 103, 104 evita o por lo menos reduce significativamente la probabilidad de que el gas no deseado sea transportado con la banda 2 más allá de los rodillos 103 y 104 en el sistema debido al efecto de arrastre producido por el rápido movimiento de la banda 2 a través del sistema.

La Fig. 7 proporciona un ejemplo de todavía una realización adicional de la presente invención en la que la sustitución del gas no deseado se lleva a cabo completamente o por lo menos substancialmente utilizando solo una serie de pares de rodillos del tipo descrito en la Fig. 6. La Fig. 7 muestra dos cámaras previas al proceso a través de las cuales se transporta la banda 2 antes de entrar en la cámara de proceso 120. En esta realización, la banda 2 se utiliza como una pared móvil para ambas cámaras previas al proceso. La primera cámara previa al proceso, a través de la que se transporta la banda, comprende un rodillo 101, una banda 2, un rodillo 103, un rodillo 106 una junta 111 que mira al rodillo, una pared 130 y una junta 109 que mira al rodillo. La segunda cámara previa al proceso se forma entre el rodillo 104, la junta 110 que mira al rodillo, la pared exterior 132, la junta 112 que mira al rodillo, el rodillo 108, la banda 2 y rodillo 105. La banda se transporta a lo largo de la siguiente trayectoria, entre los rodillos 101 y 102, alrededor del rodillo 103 (a través de aproximadamente 90°) y entre dicho rodillo 103 y el rodillo 104, alrededor del rodillo 105 (a través de aproximadamente 90°), y entre los rodillos 105 y 106, alrededor del rodillo 107 (a través de aproximadamente 90°) entre el rodillo 107 y el rodillo 108 y adentro de la cámara 120 de proceso. El gas requerido se introduce en la holgura formada entre el rodillo 107 y la banda 2 inmediatamente antes del acoplamiento mutuo entre los mismos. El gas requerido se dirige a través de la banda 2 a la segunda cámara previa al proceso. El gas requerido se dirige a través de la banda 2, preferiblemente se dirige a la holgura entre la banda 2 y el rodillo 105 a la primera cámara previa al proceso y a través de la primera cámara previa al proceso, preferiblemente se dirige a la holgura entre la banda 2 y el rodillo 103 inmediatamente antes del acoplamiento mutuo entre los mismos. La mezcla de gas que sale de la primera cámara previa al proceso a través de la banda 2, a continuación, se dirige a unos medios apropiados de salida, opcionalmente para su reciclaje.

Una explicación más detallada del proceso de plasma que se puede llevar a cabo se describe con la ayuda de la Figura 8, en la que se proporciona una figura que muestra cómo se trata un sustrato flexible según la presente invención. Se proporcionan unos medios para transportar un sustrato a través de la cámara de proceso en forma de rodillos guía 70, 71 y 72, una entrada 75 de gas requerido, una tapa 76 de conjunto y unos medios 74 de introducción de entrada de material de revestimiento. Preferiblemente, los medios 74 de introducción de material de revestimiento son unos medios para suministrar gotitas de líquido o gotitas derivadas de una suspensión líquida/sólida en la cámara de proceso, tal como una tobera ultrasónica 74 para introducir un líquido atomizado en la región de plasma 60 que se proporciona. La entrada 75 de gas requerido en este caso es la entrada para el gas necesario para generar un plasma entre los pares de electrodos y se representa en la tapa 76 de conjunto.

Durante el uso, un sustrato flexible se transporta hacia y sobre el rodillo guía 70 y de ese modo se guía a través de la región 25 de plasma entre los electrodos 20a y 26. El plasma generado en la región de plasma 25 es un plasma de helio limpiador, es decir, ningún agente reactivo se dirige a la región de plasma 25. El helio se introduce en el sistema por medio de la entrada 75. La tapa 76 se coloca sobre la parte superior del sistema para evitar que el helio se escape, ya que es más ligero que el aire. Tras salir de la región de plasma 25 el sustrato limpio de plasma pasa sobre la guía 71 y se dirige hacia abajo a través de la región de plasma 60, entre los electrodos 26 y 20b y por encima del rodillo 72 y, a continuación, puede pasar a unas unidades adicionales del mismo tipo para un tratamiento adicional. Sin embargo, la región de plasma 60 genera un revestimiento para el sustrato por medio de la inyección de un material sólido o líquido de elaboración de revestimiento a través de la tobera ultrasónica 74. Un aspecto importante del hecho de que el agente reactivo que está siendo revestido sea un líquido o sólido es que dicho líquido o sólido atomizados se desplazan por gravedad a través de la región de plasma 60 y se mantiene separado de la región de plasma 25 y, de este modo, no se produce el revestimiento en la región de plasma 25. A continuación, el sustrato revestido pasa a través de la región de plasma 60 y se reviste y, a continuación, se transporta por encima del rodillo 72 y se recoge o trata adicionalmente con otros tratamientos de plasma. Los rodillos 70 y 72 pueden ser unos carretes en lugar de rodillos. Tras pasar a través, se adapta para guiar al sustrato a la región de plasma 25 y al rodillo 71.

Ejemplo

Un ejemplo que apoya la presente invención se proporciona a continuación para mostrar la significativa mejora en la calidad de los plasmas producidos cuando se utilizan canales de recirculación según la presente invención en una zona de plasma a través de la que pasa una banda de material a diferentes velocidades.

- 5 En el presente ejemplo los electrodos utilizados eran dos electrodos paralelos no metálicos que comprenden una solución salina como se describe en el documento WO 2004/068916. Los electrodos eran de 1,2 m cuadrados y eran lo suficientemente transparentes como para permitir visualizar la pluma generada como resultado del plasma formado entre los electrodos. Las placas estaban separadas a una distancia fija de 6 mm. Las juntas eran juntas con reborde de caucho instaladas de tal manera que la orilla anterior de los rebordes se solapa 1 mm de tal manera que se aplica una ligera presión a la banda cuando dicha banda se mueve entre las juntas. El potencial entre los electrodos utilizados para generar el plasma entremedio era de 4 kV. Se suministró helio al sistema a una velocidad constante de 10 litros estándar por minuto (slpm, *standard litres per minute*). La banda transportada a través del plasma era una película de polipropileno de 300 mm de ancho con un grosor de 0,15 mm.
- 10 La calidad del plasma generado utilizando los criterios anteriores se determinó mediante el área visible de los electrodos entre los que era visible una pluma. En la Tabla 1, que aparece a continuación, se puede ver que el plasma significativamente mejor generado a medida que aumenta la velocidad de la banda era según la presente invención, por lo que se proporcionaron juntas con reborde al principio y al final de la cámara de plasma y que estaban provistas de unos canales de recirculación que se utilizaron para estabilizar las presiones internas dentro de
- 15 la cámara de plasma.

TABLA 1

Condición		Velocidad de la banda (m/min)	Plasma %
1	2 juntas + recirculación	0	100
		5	95
		10	95
		20	95
		40	90
		60	70
		67	50
		2	2 juntas - sin recirculación
5	100		
10	40		
20	20		
40	20		
60	0		
3	Junta de salida	0	100
		2	100
		5	10
		10	0
5	Junta de entrada	0	100
		2	100
		5	50
		10	0
4	Sin juntas	0	100
		2	100
		5	0
		10	0

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato para tratar una banda móvil de material en una atmósfera gaseosa predeterminada que comprende una cámara de proceso (1) a través de la que se transporta una banda móvil de material (2) desde una entrada en un primer extremo de la cámara (1) a una salida en un segundo extremo de la cámara (1) y unos medios para introducir y controlar un gas destinado a proporcionar dicha atmósfera gaseosa predeterminada dentro de dicha cámara (1), en donde dicha entrada y dicha salida comprenden unos medios de sellado (4a, 4b) cada uno diseñado para permitir el paso de dicha banda de material (2) a través de la misma al tiempo que se minimiza la entrada de una capa límite (3) de gas externo alrededor de dicho material, caracterizado por que dicho aparato también
- 10 2. Un aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que cuando la banda de material (2) que se está tratando es porosa todos los canales de recirculación (7, 8) en funcionamiento están situados en un lado de la banda de material (2).
3. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que cuando la banda de material (2) no es porosa por lo menos un canal de recirculación (7, 8) en funcionamiento está situado en cada lado de la banda de material (2).
- 20 4. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que dicho aparato también comprende por lo menos una cámara intermedia aguas arriba (10) y/o aguas abajo (18) de la cámara de proceso (1), esta cámara intermedia (10, 18) comprende unos medios de purga (11) (19a) para purgar la banda en traslación de material poroso (2) con el gas requerido antes de la entrada o la subsiguiente salida de la cámara de proceso (1) para reemplazar el fluido atrapado en la banda porosa de material (2) con un gas requerido y unos medios (12) (19b) de retirada del gas para extraer los fluidos purgados desde dicha cámara intermedia (10) (18).
- 25 5. Un aparato según la reivindicación 4, caracterizado por que dicho aparato comprende una pluralidad de cámaras intermedias aguas arriba (10, 15) y/o aguas abajo (18) de la cámara de proceso (1).
6. Un aparato según la reivindicación 4 o 5, caracterizado por que el suministro de gas requerido y la retirada del gas requerido/fluido extraído a través de cada cámara intermedia (18) es independiente de otras cámaras intermedias.
- 30 7. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado por que el suministro y la extracción del gas requerido en la cámara de proceso (1) es independiente del suministro y de la extracción de gases en cada una de las cámaras intermedias (10) (18).
- 35 8. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, caracterizado por que las cámaras intermedias adyacentes (10, 15) se vinculan mediante uno o más canales (17) adaptados para suministrar gas puro requerido a la cámara intermedia (10) contigua a la cámara de proceso (1) y, a continuación, secuencialmente a través de la otra u otras cámaras intermedias (15) en serie a medida que se aleja de la cámara de proceso (1) para proporcionar una contracorriente de gas requerido que se mueve a través de las cámaras intermedias (10, 15) en sentido opuesto al sentido de paso de la banda de material (2).
- 40 9. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, caracterizado por que la primera cámara intermedia (15) a través de la que pasa la banda de material (2) aguas arriba de la cámara de proceso (1) comprende unos medios para extraer una mezcla de fluidos/gas externo/gas requerido (12).
10. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 9, caracterizado por que los medios de sellado (4a-4j) se seleccionan de unas juntas de retención, unas juntas con reborde y/o unos rodillos recogedores o cualquier combinación adecuada de los mismos.
- 45 11. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha cámara de proceso (1) comprende por lo menos unos medios de generación de plasma en equilibrio no térmico o por lo menos un conjunto de descarga en corona.
12. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la presión de gas dentro de la cámara de proceso (1) es sustancialmente la presión atmosférica.
- 50 13. Un proceso para tratar una banda móvil de material (2) en una atmósfera gaseosa predeterminada, el proceso comprende transportar la banda en traslación de material (2) a través de la cámara de proceso (1) que tiene una atmósfera gaseosa predeterminada y uno o más canales de recirculación (7), desde una entrada en un primer extremo de la cámara a una salida en un segundo extremo de la cámara, en donde dicha entrada y dicha salida comprenden, cada una, unos medios de sellado (4a, 4b) para permitir el paso de dicha banda de material (2) a

través de la misma al tiempo que se minimiza la entrada de una capa límite de gas externo alrededor de dicha banda de material (2), y caracterizado por que el uno más canales de recirculación (7) recirculan los gases dentro de dicha cámara de proceso (1) desde el segundo extremo de la cámara (1) al primer extremo de la cámara de tal manera que se anula sustancialmente cualquier diferencia de presión entre la entrada y la salida.

5 14. Un proceso según la reivindicación 13 caracterizado por que la banda de material es porosa.

10 15. Un proceso según la reivindicación 14 caracterizado por que dicha banda porosa de material (2) que se va a tratar o se ha tratado en la cámara de proceso (1) usando una atmósfera gaseosa predeterminada es tratada previamente y/o posteriormente mediante las etapas de transporte de la banda de material (2) a través de la una o más cámaras intermedias antes (10, 15) o después de (18) realizar el proceso en la cámara de proceso (1), en donde mientras dicha banda de material (2) se encuentra dentro de cada cámara intermedia (10, 15, 18) se purga dicha cámara (10, 15, 18) con un gas adecuado para reemplazar el fluido atrapado en la banda porosa (2) con un gas requerido.

16. Uso de un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12 caracterizado por que dicho uso es en un aparato de tratamiento de plasma atmosférico o un conjunto de descarga en corona.

FIG. 1a

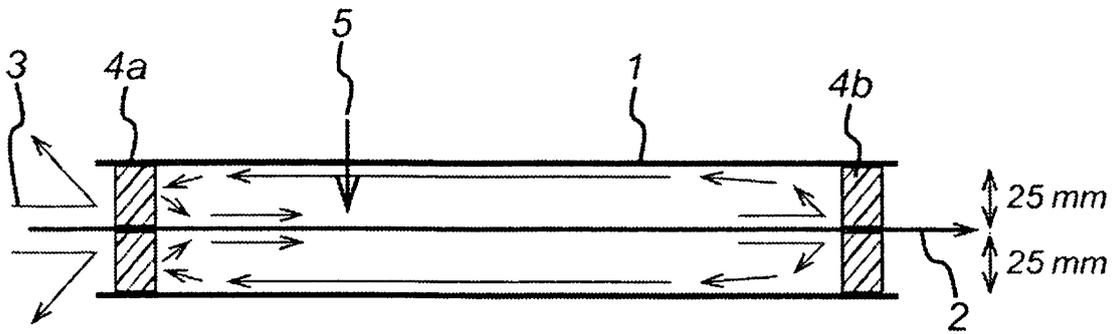


FIG. 1b

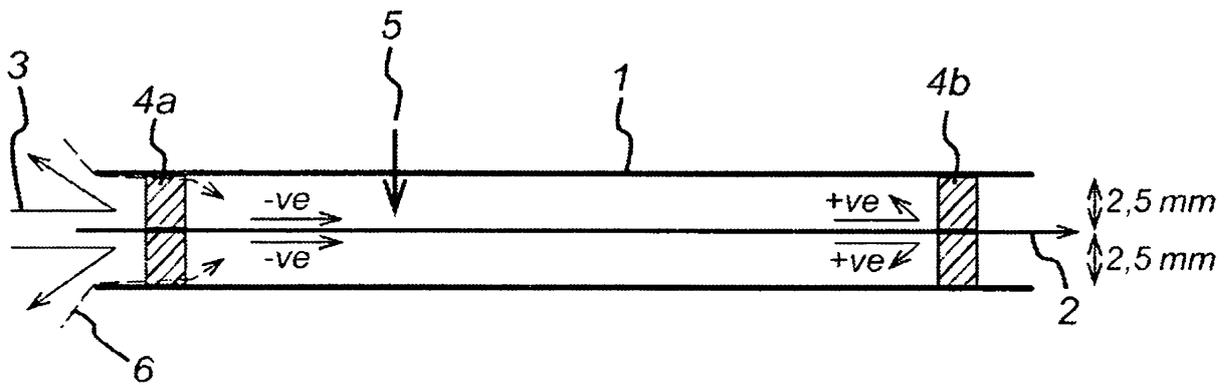
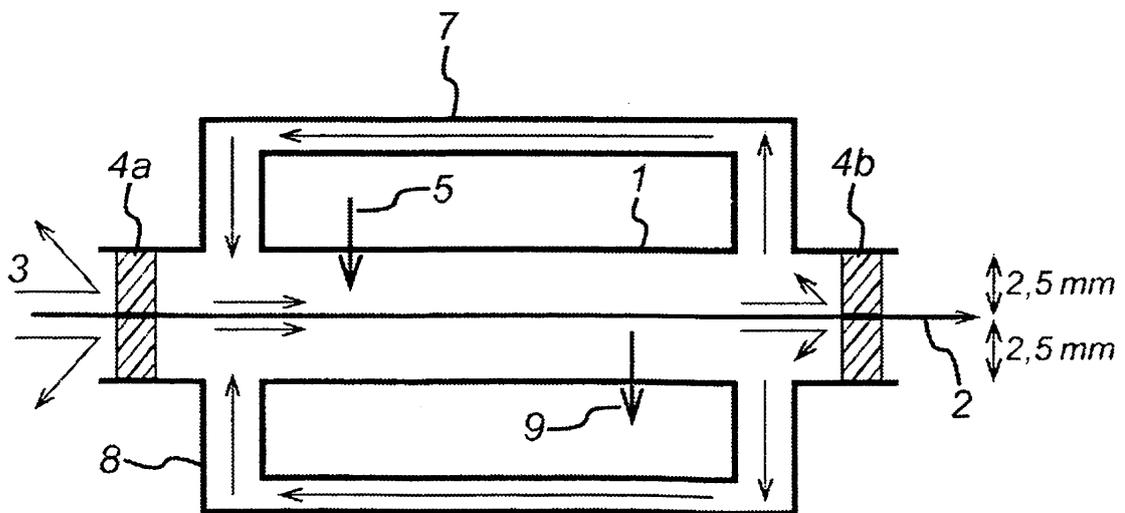


FIG. 2



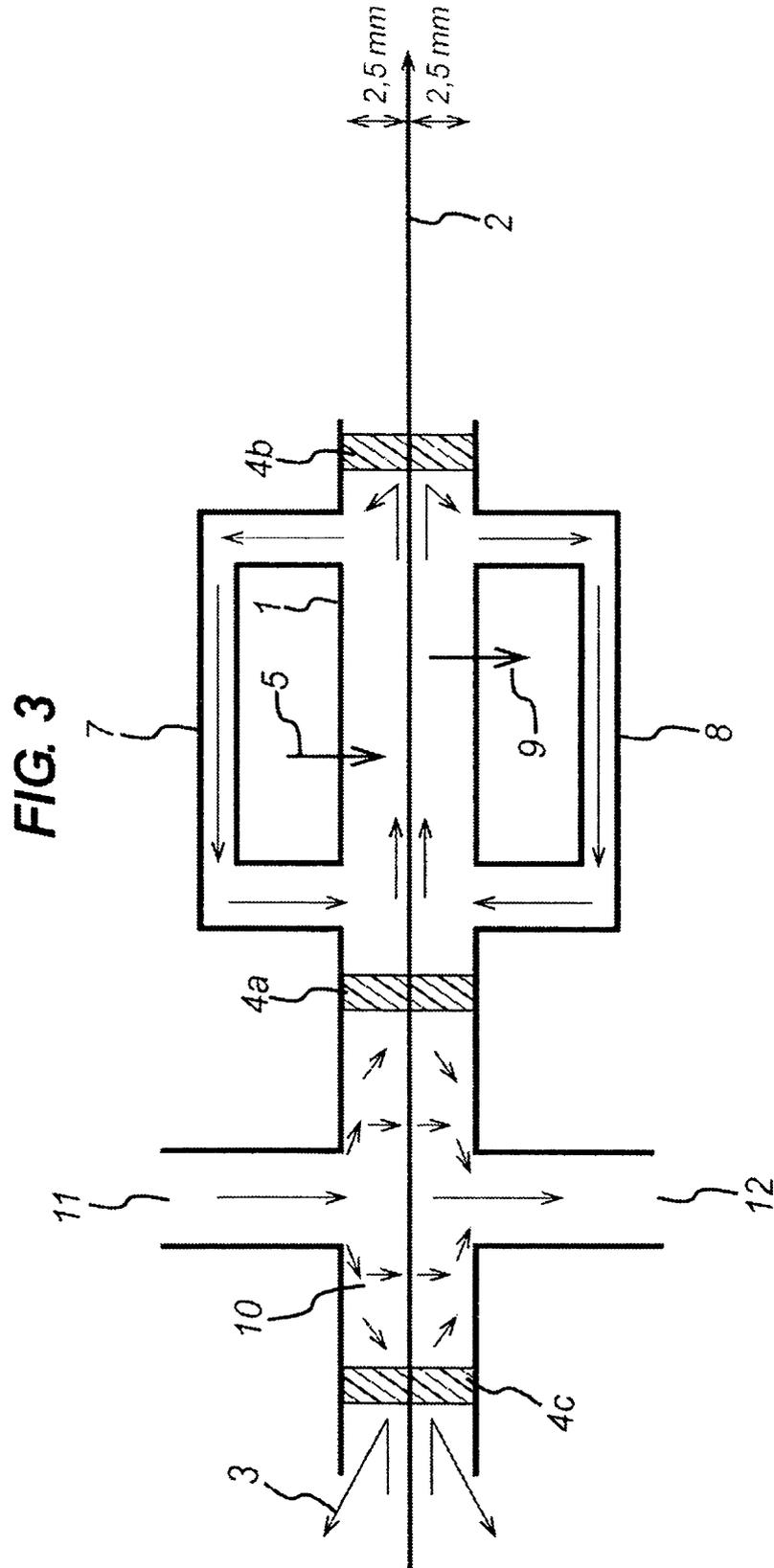


FIG. 4

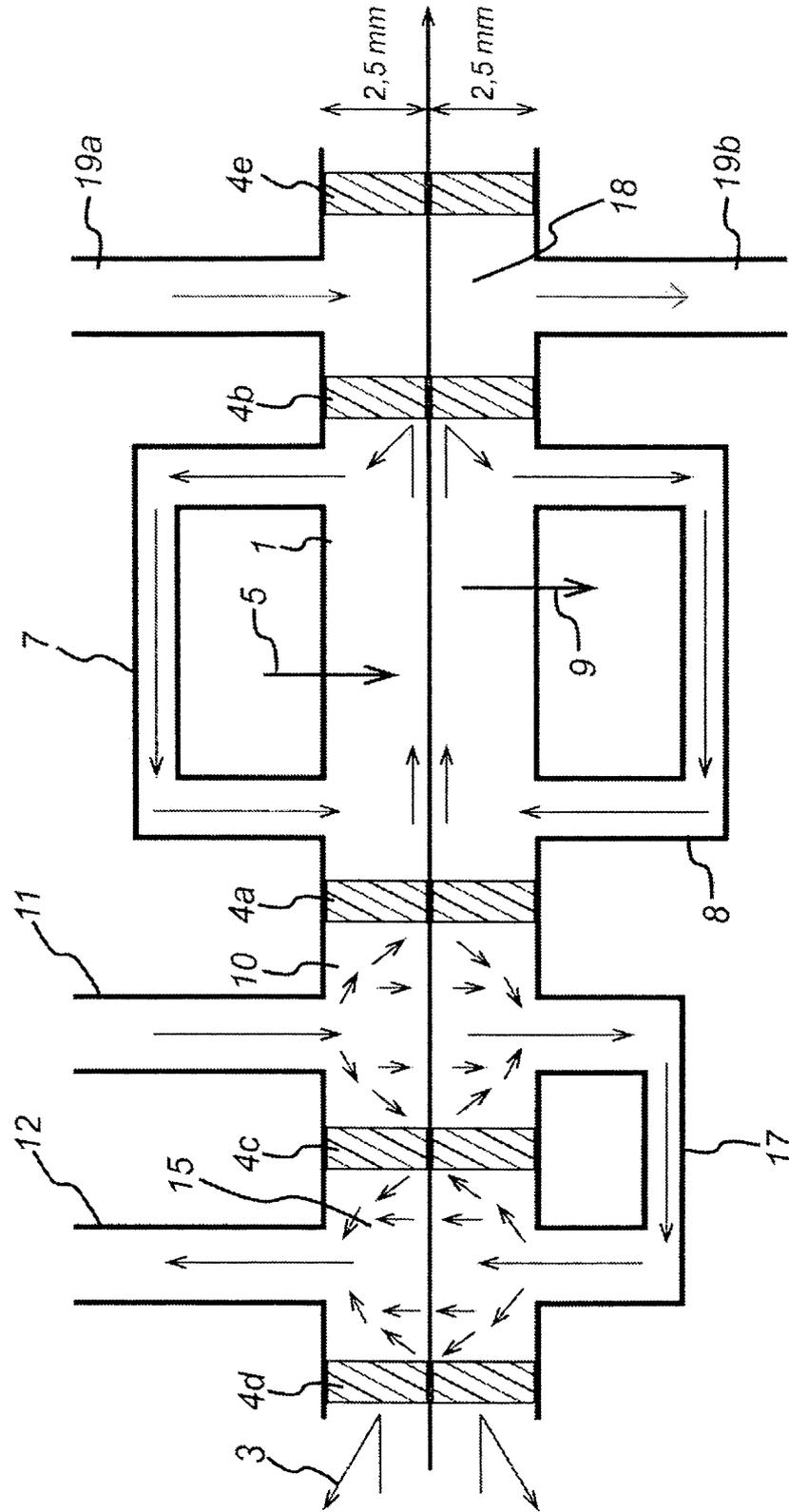


FIG. 5

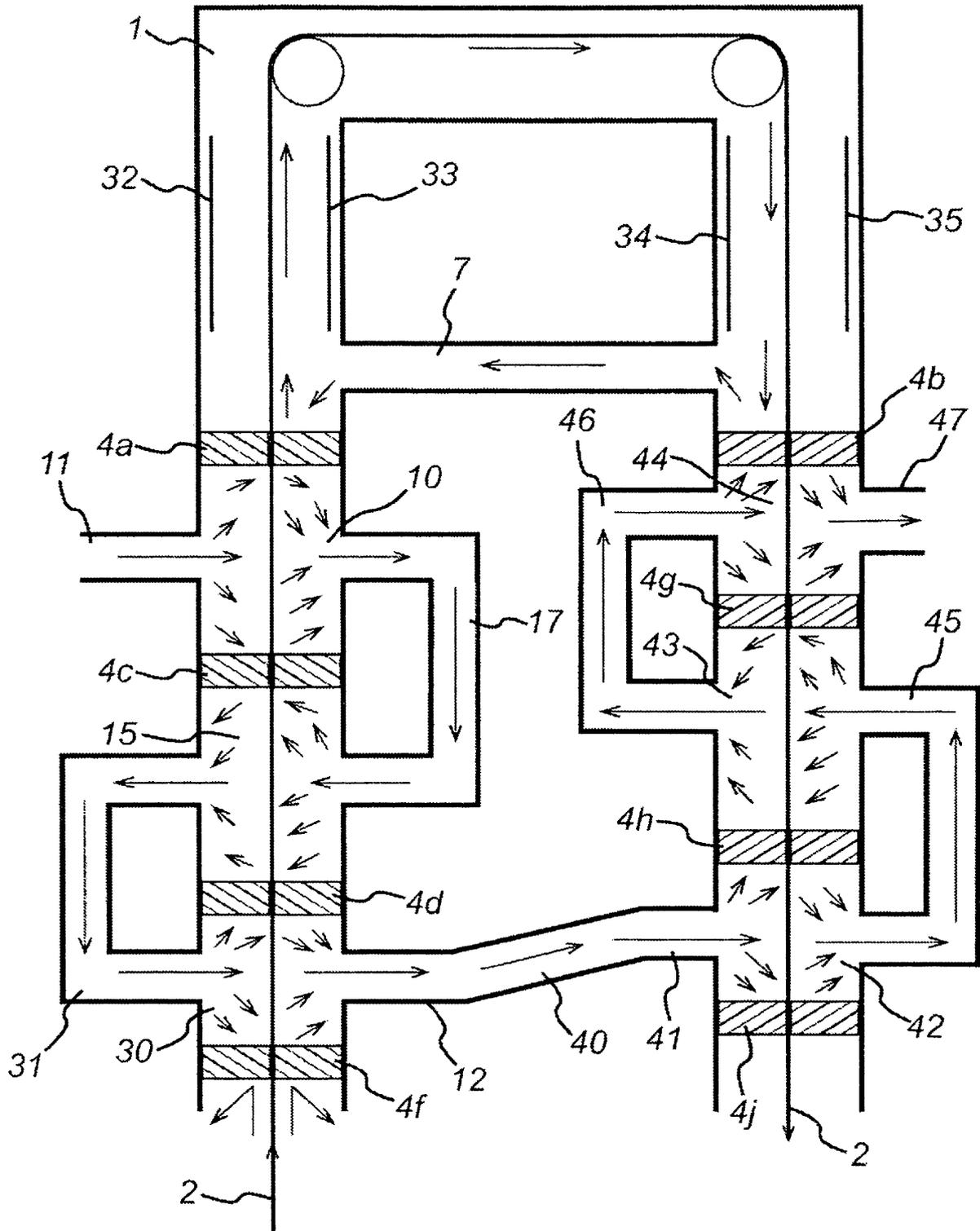


FIG. 6

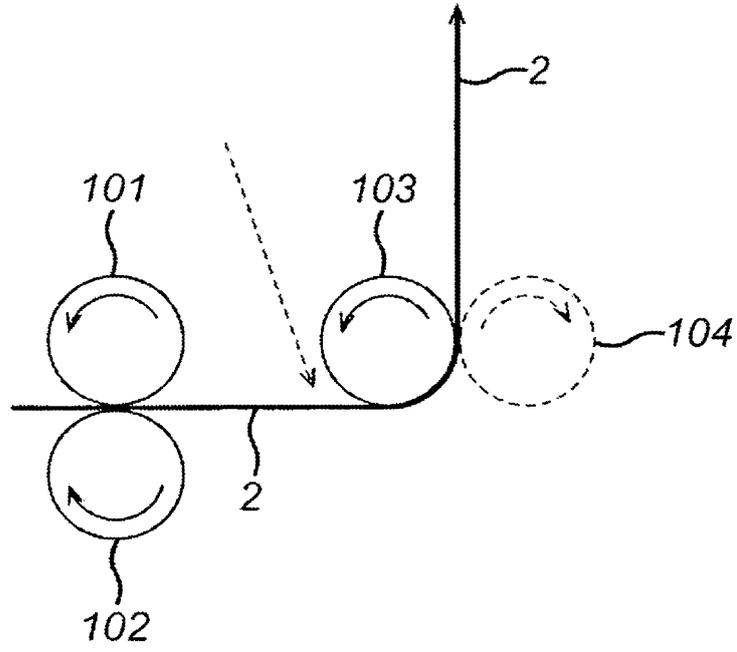


FIG. 8

