

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 520 891**

51 Int. Cl.:

D21C 9/00 (2006.01)

D21C 9/10 (2006.01)

D21H 25/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2006 E 06763710 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014 EP 1891266**

54 Título: **Método para el procesamiento de materiales fibrosos no tejidos y dispositivo para blanquear**

30 Prioridad:

16.06.2005 DE 102005028046

14.10.2005 DE 102005049230

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

12.11.2014

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**FIGALIST, HELMUT y
HARTMANN, WERNER**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 520 891 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

Método para el procesamiento de materiales fibrosos no tejidos y dispositivo para blanquear

La presente invención se encuentra en el área del procesamiento industrial de materiales fibrosos.

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo para blanquear materiales fibrosos no tejidos en una suspensión, particularmente como pulpa o pasta de fibras, en o a través de un volumen de procesamiento provisto por paredes limitadoras, en donde la suspensión puede rellenar el volumen de procesamiento, o puede fluir a través del volumen de procesamiento.

10 Además, la presente invención hace referencia a un método para el procesamiento de materiales fibrosos no tejidos en una suspensión, particularmente como pulpa o pasta de fibras, preferentemente para la operación del dispositivo de blanqueo conforme a la presente invención.

A partir de la publicación de S. Ihara, T. Miichi, S. Satoh y C. Yamabe, "Generación de ozono mediante una descarga en agua con burbujas", en el Resumen de Trabajos Técnicos de la 12^o IEEE Conferencia Internacional de Potencia Pulsante, 1999, se conoce un método y un dispositivo para la purificación del agua.

15 A partir de la patente WO2004/10189 A1, se conoce un método para el procesamiento superficial con plasma, de papel o de fibras entrelazadas. La patente FR 2 711 680 A1 describe un proceso de blanqueo para una banda de fibras, con la ayuda de un plasma generado eléctricamente.

20 Un objeto en el procesamiento de materiales fibrosos no tejidos, consiste en el blanqueo de los materiales fibrosos. En el blanqueo de, por ejemplo, celulosa, un objeto consiste, entre otros, en separar la lignina presente en la celulosa, o destruir determinados grupos moleculares "de color". Esta clase de procesamiento, conduce preferentemente a un grado de blancura elevado de la celulosa.

25 Los métodos de blanqueo actuales, se basan en el procesamiento químico del material fibroso. Las sustancias químicas convencionales para el blanqueo son cloro, dióxido de cloro, ácidos sulfurosos, extracción con sosa cáustica, oxígeno, peróxido de hidrógeno y ozono. Dependiendo del método utilizado, se requieren condiciones ambientales alcalinas o ácidas. Los métodos modernos de blanqueo utilizan frecuentemente diferentes etapas de blanqueo, en las cuales se utilizan diferentes sustancias químicas blanqueadoras, en donde cada etapa de blanqueo está conformada convencionalmente por una unidad de mezclado y una columna de reacción dispuesta a continuación. En los métodos mencionados, los ácidos, las lejías o los reactivos, en parte muy tóxicos (dióxido de cloro) o muy corrosivos, se deben transportar y almacenar en grandes cantidades, y después de finalizar el proceso también se deben procesar nuevamente o bien, se deben eliminar.

30 La efectividad del proceso de blanqueo, depende en general de la concentración correcta de los reactivos determinados, en una suspensión fibrosa. En el blanqueo con peróxido, la efectividad del proceso de blanqueo, depende decisivamente de la concentración de perhidróxido (HOO-).

35 La tasa de reacción depende, entre otros, del valor de pH y de la temperatura de la suspensión. Un valor convencional para la temperatura se encuentra, por ejemplo, entre 60°C y 70°C, y un valor convencional para un valor de pH se encuentra aproximadamente en 10,5. El valor de pH se controla generalmente mediante la adición de sustancias químicas adicionales, como por ejemplo, hidróxido de sodio o silicato de sodio. Algunos métodos utilizan presión y temperaturas elevadas para reducir el tiempo de espera necesario en, por ejemplo, la columna de reacción. Un factor esencial en relación con los costes en un método de blanqueo, en gran parte depende de la clase y de la cantidad de sustancias químicas utilizadas, así como de su procesamiento posterior, como por ejemplo, la separación o eliminación.

45 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo y un método, para evitar la utilización de sustancias químicas en el proceso de blanqueo de materiales fibrosos no tejidos. El objeto en relación con el dispositivo mencionado en la introducción, se resuelve conforme con la presente invención, mediante un generador de pulsos de alta tensión conectado con un primer electrodo, mediante el cual se puede generar un plasma en el volumen de procesamiento y/o en su entorno inmediato. Dado que el proceso de generar el plasma en el dispositivo de blanqueo, se puede controlar de manera óptima, y dado que presenta periodos de tiempo de reacción cortos, se logra un método de blanqueo en un dispositivo de blanqueo simple de ajustar y mejorado.

50 En un acondicionamiento preferido, el plasma se genera a una distancia < 20 cm, preferentemente < 10 cm, preferentemente < 5 cm, del volumen de procesamiento. Mediante el procesamiento directo de los materiales fibrosos, preferentemente de las fibras de celulosa, con plasma preferentemente frío, se generan determinados radicales en la suspensión. Los radicales mencionados presentan como consecuencia, reacciones químicas blanqueadoras.

Como una ventaja adicional, el dispositivo de blanqueo para materiales fibrosos, es apropiado para la fabricación de papel, cartulina o cartón y/o los materiales fibrosos se pueden suministrar en el proceso de fabricación de esta clase como material para su procesamiento.

5 Además, resulta conveniente que el volumen de procesamiento sea apropiado para su relleno o el flujo de la suspensión, preferentemente de materia prima de la fabricación de papel, cartulina o cartón, particularmente de una pulpa a blanquear, o de una pasta de fibras a blanquear. Mediante el relleno o el flujo de la suspensión a través del volumen de procesamiento, el proceso de blanqueo se puede iniciar previamente durante una fase de relleno automático de la suspensión. También el periodo de tiempo de circulación o bien, de la continuación de la circulación hacia una siguiente etapa del proceso, también se puede utilizar para el proceso de blanqueo y, de esta manera, se reduce considerablemente el periodo de tiempo real de blanqueo.

Otra forma de ejecución preferida consiste en la presencia de, al menos, un segundo electrodo para generar el plasma. Mediante la presencia prevista del segundo electrodo en lugares ventajosos para el proceso de blanqueo, el plasma generado o bien, la descarga de gas generada, se puede aplicar de una manera controlada sobre la suspensión o en la suspensión.

15 Un incremento adicional del resultado del blanqueo, se logra mediante el hecho de que, al menos, uno de los electrodos se encuentre dispuesto de manera que, cuando la suspensión se encuentra relleno el volumen de procesamiento o fluye en el interior del volumen mencionado, el electrodo mencionado entre en contacto con la suspensión.

20 En otro acondicionamiento preferido, al menos, uno de los electrodos se encuentra dispuesto de manera que el plasma se genera, preferentemente en su mayor parte, en un volumen próximo a la superficie, debajo o sobre la superficie de la suspensión de relleno. Mediante una descarga, preferentemente pulsante, en la zona de gas próxima a la superficie de la suspensión, particularmente la pulpa, entre un sistema de electrodos, los radicales generados en la descarga de gas, pueden llegar de una manera óptima a la suspensión mediante difusión.

25 Como una ventaja adicional, los electrodos se conforman de manera plana, en donde particularmente el segundo electrodo se puede sumergir, al menos parcialmente, en la suspensión y/o el primer electrodo se encuentra dispuesto de manera paralela al segundo electrodo, fuera de la suspensión. De esta manera, la difusión anteriormente mencionada de, por ejemplo, los radicales en la suspensión, se realiza de una manera aún más eficiente. Mediante un sistema de esta clase, se logra preferentemente una descarga híbrida.

30 Además, resulta conveniente que los electrodos se conformen de manera plana, en donde el primer electrodo y el segundo electrodo se encuentran dispuestos de manera paralela entre sí, en la zona próxima a la superficie de la suspensión. Mediante un sistema de electrodos diseñado de manera plana, el plasma se aplica de manera ventajosa, por ejemplo, en la zona próxima a la superficie de una cuba de blanqueo. Cuando la suspensión fluye sobre un tamiz, preferentemente para la fabricación de papel y, de esta manera, se distribuye de manera plana, se puede utilizar de manera ventajosa un dispositivo de blanqueo con un sistema de electrodos diseñado de manera plana.

35 De acuerdo con una característica adicional del acondicionamiento, una pared limitadora del volumen de procesamiento se configura como un electrodo. Mediante esta clase de dispositivo, el plasma o bien, la descarga de gas, se puede aplicar también sobre la superficie completa que conforma la suspensión en el volumen de procesamiento.

40 Además, el dispositivo puede estar diseñado de manera que el volumen de procesamiento se conforme como un conducto tubular, particularmente como elemento de conexión, para el transporte de la suspensión. De esta manera, un dispositivo para el transporte de la suspensión, se puede utilizar de una manera ventajosa, tanto como un dispositivo de transporte como un dispositivo de blanqueo.

45 En un acondicionamiento del sistema de electrodos, conforme al dispositivo, preferentemente, al menos, un electrodo está diseñado como una placa.

En particular, los electrodos se encuentran dispuestos como, al menos, dos placas enfrentadas y que se extienden preferentemente paralelas entre sí.

De acuerdo con otra forma de acondicionamiento del dispositivo de blanqueo, al menos, un electrodo está diseñado como un hilo metálico.

50 Además, resulta conveniente que, al menos, un electrodo esté diseñado como una tela metálica, particularmente como una rejilla metálica.

Además, el dispositivo de blanqueo puede estar configurado de manera que, al menos, un electrodo esté diseñado como una rejilla, particularmente como una disposición de barras redondas y/o listones planos cruzados en ángulo recto o oblicuos, preferentemente como un tamiz.

5 En otro acondicionamiento ventajoso de la presente invención, los electrodos se encuentran dispuestos como, al menos, dos rejillas enfrentadas y que se extienden preferentemente paralelas entre sí. En el caso de una suspensión fluyente, particularmente una cortina de suspensión descendiente, se puede utilizar el sistema de electrodos, de manera ventajosa para una aplicación de plasma en ambos lados de la cortina de suspensión.

10 En otro acondicionamiento preferido del dispositivo de blanqueo, preferentemente, al menos, un electrodo presenta una o una pluralidad de puntas. Es sabido que en los electrodos con puntas, se presentan intensidades de campo particularmente elevadas, las cuales en este caso se pueden utilizar, de manera ventajosa, para la conformación del plasma.

15 En otra variante del acondicionamiento del dispositivo de blanqueo, preferentemente, al menos, un electrodo está diseñado como un conducto tubular. Por ejemplo, un orificio de salida del dispositivo de blanqueo, desemboca convenientemente en el conducto tubular. Durante la circulación o la salida de la suspensión a través del conducto tubular, mediante el electrodo diseñado como un conducto tubular, se puede blanquear la suspensión, particularmente la celulosa o los materiales fibrosos que contiene dicha suspensión.

Otras características preferidas del acondicionamiento del dispositivo de blanqueo, particularmente de los sistemas de electrodos del dispositivo de blanqueo, se describen mediante las reivindicaciones 20 - 22.

20 En otra forma de ejecución preferida de la presente invención, el dispositivo de blanqueo presenta un medio para la inyección de gas en el volumen de procesamiento, particularmente aire u oxígeno, preferentemente oxígeno puro u oxígeno con, por ejemplo, un gas noble como gas portador. Mediante la disposición ventajosa mencionada, en la suspensión se introducen preferentemente burbujas de aire finamente distribuidas, oxígeno u oxígeno con un gas portador, como por ejemplo, argón. Mediante el medio para la inyección de gas, en la zona de descarga se presentan "burbujas de gas" muy pequeñas. Con la ayuda de las "burbujas de gas" mencionadas, se pueden
25 generar radicales de una manera particularmente ventajosa, los cuales se disuelven rápidamente y son distribuidos de una manera óptima en la suspensión.

30 De acuerdo con la solución en relación con el método, del objeto mencionado en la introducción, la presente invención prevé que la suspensión o el agua de dilución adicionada en dicha suspensión, entre en contacto con el plasma que presenta una gran superficie, preferentemente no térmico, a, al menos, la presión atmosférica. El plasma se genera en las proximidades de la suspensión o bien, del agua de dilución, o en la suspensión o bien, en el agua de dilución o en el entorno inmediato de la suspensión o bien, del agua de dilución, se genera una descarga de gas, particularmente una descarga de efecto corona a, al menos, la presión atmosférica. Mediante el procesamiento directo de la suspensión o bien, del agua de dilución, particularmente las fibras de celulosa, con "plasma frío", se generan radicales en la suspensión o bien, en el agua de dilución. Los radicales inician reacciones
35 químicas blanqueadoras en la suspensión o bien, en los materiales fibrosos.

De manera ventajosa, el plasma se genera a una distancia < 20 cm, preferentemente < 10 cm, preferentemente < 5 cm, de la suspensión. Para obtener un resultado óptimo en el blanqueo, resulta ventajoso generar el plasma en el entorno inmediato de la suspensión.

40 La suspensión resulta particularmente ventajosa y apropiada, en particular en la industria del papel, para la fabricación de papel, cartulina o cartón.

Se puede utilizar una hoja húmeda o mojada en una suspensión, preferentemente en deposición. De manera ventajosa, la hoja húmeda o mojada se procesa con plasma.

45 De una manera particularmente ventajosa, para generar el plasma o bien, la descarga de gas, entre los electrodos se generan pulsos de alta tensión con una duración menor a 10 μ s. Se ha demostrado que la utilización de esta clase de pulsos individuales cortos de alta tensión, resulta particularmente ventajosa, mientras que la utilización de pulsos de radiofrecuencia o microondas, o de pulsos individuales de alta tensión, es menos eficiente con una duración mayor a 10 μ s.

50 Preferentemente, el plasma o bien, la descarga de gas se aplican en la suspensión antes y/o durante la conformación de la hoja, particularmente durante el paso a través o sobre un dispositivo de tamizado. En este caso, resulta ventajoso que el plasma o bien, la descarga de gas se apliquen en diferentes puntos dentro de un proceso de fabricación de papel.

Para lograr una eficacia del procesamiento, en lo posible elevada, preferentemente durante el blanqueo, resulta ventajoso que la suspensión entre en contacto a ambos lados, con el plasma o bien, que se trate mediante la descarga de gas.

5 De manera ventajosa, el plasma o bien, la descarga de gas para blanquear la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras, se procesan particularmente en un digestor, en un recipiente de blanqueo o en un conducto.

En este caso, resulta particularmente ventajoso que la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras, entre en contacto con, al menos, un electrodo para generar el plasma o bien, para la descarga de gas.

10 Preferentemente, el plasma o bien, la descarga de gas se generan en la suspensión. Para iniciar una posible descarga de plasma del tipo streamer, con una generación de radicales eficiente en la suspensión, resulta ventajoso generar el plasma directamente en la suspensión, con pulsos individuales cortos de alta tensión. Cuando se utilizan pulsos prolongados, la mayor parte de la energía del pulso se convierte en calor. El motivo consiste en la elevada conductividad que presenta la suspensión mezclada, entre otros, con una pluralidad de sustancias químicas, de manera que cuando se utilizan pulsos prolongados, la mayor parte de la energía del pulso no es aprovechada eficientemente. Convenientemente, el método se utiliza de diferentes maneras o bien, en diferentes estados de suspensiones. En una utilización preferida, el contenido de líquido portador, particularmente agua, en la suspensión se encuentra en el rango de entre 40% y 99,9%, preferentemente en el rango de entre 80% y 98%, y particularmente en el rango de entre 85% y 98%.

20 De una manera ventajosa, en el plasma o mediante la descarga de gas, se generan radicales que actúan sobre los materiales fibrosos. Los radicales mencionados, inician reacciones químicas blanqueadoras, mediante las cuales se pueden reemplazar las sustancias químicas de blanqueo, o se puede reducir considerablemente su uso.

25 Resulta particularmente preferido y conveniente, el hecho de que para diferentes estados de suspensiones en un proceso de fabricación de papel, cartón o cartulina, particularmente en diferentes etapas del proceso, se utilicen radicales de diferente clase o composición. Las posibles etapas del proceso, particularmente en un proceso de fabricación de papel, pueden ser: cocción, coloración, blanqueo, tamizado, prensado. De manera ventajosa, previamente en la cocción de las materias primas, la suspensión se puede procesar con plasma o bien, con una descarga de gas. También durante el tamizado, que en un proceso de fabricación de papel, representa la etapa previa a la formación del papel, la suspensión se procesa preferentemente con una clase de radicales distinta a la utilizada durante la cocción.

30 En otro acondicionamiento preferido de la presente invención, durante una etapa del proceso en un proceso de fabricación de papel o cartón, la suspensión se expone a radicales de diferente clase o composición, preferentemente de manera sucesiva en el tiempo. De esta manera, se logra etapa a etapa, de manera ventajosa, un resultado óptimo en el procesamiento.

35 Preferentemente, como radicales se generan ozono (O_3), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), radicales hidroxilos (OH), HO_2 y/o HO_2^- . Cuando se utiliza H_2O_2 como fuente de radical de OH, también se pueden obtener adicionalmente modos de reacción no radicales. Además, se forman preferentemente aductos de nucleófilos y H_2O_2 , que representan agentes oxidantes más fuertes que el peróxido de hidrógeno.

De manera ventajosa, durante el blanqueo en la suspensión, en la pulpa o en la pasta de fibras, se aplica el plasma o la descarga de gas de manera que como radicales se forma ozono (O_3) y/o peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en cantidades considerables.

40 En otro acondicionamiento ventajoso, preferentemente durante el tamizado y/o en la suspensión, en la pulpa o en la pasta de fibras distribuida de manera plana, o en la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, se aplica el plasma o la descarga de gas de manera que como radicales se conforman, en cantidades, radicales hidroxilos, HO_2 y/o HO_2^- .

45 Resulta conveniente que la tasa de generación de radicales y/o la composición de los radicales generados, sea controlada mediante la influencia de la amplitud, la duración del pulso y/o la tasa de repetición de pulso de los pulsos de alta tensión. Dado que la concentración de radicales se genera mediante un proceso eléctrico y, de esta manera, se puede controlar de una manera óptima en tiempo real, un método de esta clase resulta muy rentable, y se puede reajustar, en un tiempo muy reducido, para obtener diferentes resultados del procesamiento.

50 Además, resulta conveniente que para el control y el ajuste de la tasa de generación y/o de la clase de radicales generados, se mida una concentración de los radicales generados.

Además, resulta conveniente que para el control y el ajuste de la tasa de generación o de la composición de los radicales generados, se mida una propiedad de la suspensión, preferentemente una propiedad cualitativa,

particularmente su opacidad, brillo, blancura, fluorescencia o punto de color. Mediante la medición de las propiedades cualitativas, se obtiene una reacción que permite controlar de una manera óptima el proceso del procesamiento.

5 En relación con una solución de automatización utilizada para el método, resulta particularmente ventajosa la medición de la concentración o bien, de sus propiedades de forma "online".

Para el ajuste o el control de la tasa de generación de radicales, se modifica preferentemente la amplitud de los pulsos de alta tensión manteniendo constante la tasa de repetición.

Además, para influir sobre la tasa de generación de radicales, se modifica preferentemente la tasa de repetición de los pulsos de alta tensión, manteniendo constante la amplitud.

10 Un incremento adicional del resultado del procesamiento, particularmente de un resultado de blanqueo, se obtiene mediante el enriquecimiento con oxígeno, de la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras, preferentemente para el blanqueo, en el área en la cual se aplica el plasma.

Además, resulta ventajoso en relación con un resultado del procesamiento, que en la suspensión, en la pulpa o en la pasta de fibras, preferentemente para el blanqueo, se utilice una duración del pulso de alta tensión menor a 100 ns.

15 En el caso que, por ejemplo, el sistema de electrodos de un dispositivo de blanqueo, se encuentre dispuesto completamente en el interior de la suspensión, resulta muy ventajoso trabajar con duraciones de pulso de alta tensión reducidas, debido a la elevada conductividad de la suspensión.

Además, para obtener un resultado óptimo del procesamiento, resulta conveniente que la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, se encuentre rodeada por una atmósfera enriquecida con vapor de agua, en el área en la cual se aplica plasma, particularmente durante el tamizado.

20

Además, resulta conveniente que en la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o en la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, particularmente durante el tamizado, se utilice una duración del pulso de alta tensión de 100 ns a 1 μ s.

25 Además, resulta ventajoso que en el caso de la suspensión, la pulpa o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, particularmente durante el tamizado, en los electrodos se aplique una amplitud de alta tensión en correspondencia con, al menos, el doble del valor, preferentemente, al menos, el triple del valor de una tensión de descarga de efecto corona.

30 Preferentemente, para generar el plasma o bien, para la descarga de efecto corona, se genera una descarga de efecto corona de tensión continua, y a la descarga de efecto corona de tensión continua, se solapan los pulsos de alta tensión. El solapamiento de los pulsos de alta tensión sobre una tensión continua, presenta la ventaja particular de que los pulsos de alta tensión de gran energía, pueden partir previamente de un nivel de energía muy elevado.

Según la vida útil, la clase o la composición de los radicales generados, también resulta conveniente la utilización de una tasa de repetición de pulso entre 10 Hz y 5 kHz, particularmente en el rango de 10 Hz a 10 kHz.

35 Además, resulta ventajoso que el acoplamiento de energía eléctrica en el plasma, se controle principalmente mediante el ajuste de la amplitud, de la duración de pulso, y de la tasa de repetición de pulso de los pulsos de alta tensión solapados.

Preferentemente, para las suspensiones con una conductividad extremadamente elevada, resulta conveniente que los pulsos de alta tensión se apliquen con una duración menor a 3 μ s, preferentemente menor a 1 μ s, preferentemente menor a 500 μ s.

40

También resulta conveniente generar un plasma homogéneo y de gran volumen, con una densidad de potencia elevada, sin que se llegue a limitaciones o interrupciones del plasma. Mediante la generación de un plasma "estable", la tasa de generación se puede mantener elevada y constante. Si por el contrario se generan limitaciones o interrupciones del plasma, la tasa de generación desciende nuevamente.

45 Se prefiere además la aplicación de una tensión de corriente continua con un nivel tal que en el plasma sólo se conforme una descarga estable de efecto corona de corriente continua, en combinación con pulsos de alta tensión solapados.

De una manera particularmente ventajosa, la tensión de corriente continua aplicada, se encuentra por debajo de la tensión utilizada para un funcionamiento estable sin solapamiento de pulsos de alta tensión.

Además, resulta conveniente que la amplitud total aplicada (tensión de corriente continua + amplitud de pulso) se encuentre por encima de la tensión disruptiva estática del sistema de electrodos.

- 5 Resulta conveniente que preferentemente para un acoplamiento elevado de energía, la amplitud total aplicada corresponda desde el doble hasta el quíntuplo de la tensión disruptiva estática del sistema de electrodos.

Para la utilización de la tensión de corriente continua preferentemente aplicada, resulta ventajoso además que la amplitud de los pulsos de alta tensión, ascienda entre el 10% y el 1000% de la tensión de corriente continua aplicada.

- 10 Un incremento adicional de un resultado del procesamiento o de un proceso de blanqueo, se logra preferentemente mediante la generación de un flujo de gas perpendicular al sistema de electrodos.

Alternativamente, se puede generar un flujo de gas paralelo al sistema de electrodos.

En una forma de ejecución ventajosa de la presente invención, se reducen las impurezas en la suspensión, conformadas por materiales fibrosos orgánicos, sustancias biocatalizadoras y/o microorganismos y/u otro material biológico. En el sentido de la presente invención, por impurezas se entiende, por ejemplo, sustancias orgánicas disueltas, que resultan indeseables en la suspensión o en general en un sistema de agua de un dispositivo de blanqueo o de una instalación de fabricación de papel. Esta clase de impurezas y otras, generan frecuentemente una reducción de la deshidratación, hecho que conduce a una conformación desfavorable de la hoja y a una opacidad reducida. Además, por ejemplo, mediante la reacción de las impurezas con agentes químicos auxiliares, se pueden conformar deposiciones no deseadas. En una instalación de fabricación de papel, las deposiciones mencionadas pueden generar finalmente, manchas y orificios en el papel. Las impurezas de color son generadas por las sustancias colorantes utilizadas, por ejemplo, en la tecnología de impresión actual, que en gran parte son solubles en agua. Una solubilidad en agua elevada de las sustancias colorantes utilizadas, particularmente cuando se utiliza papel reciclado como materia prima, no permite una eliminación completa de las sustancias colorantes, incluso en un proceso de flotación. En particular, las sustancias colorantes rojas solubles en agua, son responsables de que el agua adopte una tonalidad rojiza que se transmite al producto final, preferentemente el papel. Cuando el agua se encuentra teñida, no se puede obtener el grado de blancura elevado que se desea, por ejemplo, en la fabricación de papeles blancos. En particular, bajo las condiciones en los circuitos de agua estrechos, generalmente se observa un incremento considerable de microorganismos que contiene el agua. Por ejemplo, el oxígeno presente y disuelto en el agua, se consume rápidamente y, de esta manera, se pueden presentar condiciones anaeróbicas en el agua. Por consiguiente, los microorganismos se pueden incrementar rápidamente, y los productos metabólicos de los microorganismos mencionados, pueden generar, por ejemplo, una contaminación olfativa en forma de sulfuro de hidrógeno y/o ácidos orgánicos o levaduras y bacterias. Por otra parte, en algunos casos, debido a la acción de los productos metabólicos anteriormente mencionados, de los microorganismos anaeróbicos, se presenta corrosión en las piezas de la instalación. La causa estriba particularmente en los microorganismos que, entre otras sustancias, producen enzimas que lisan los carbohidratos, como por ejemplo, la enzima celulasa, que lisa la celulosa que se encuentra preferentemente en el proceso de fabricación de papel, como materia prima fibrosa, y que es aprovechado como carbohidrato lisado, de cadena corta, como alimento por los microorganismos. Para la definición de material biológico, observar la norma 23b, apartado 3 del convenio sobre concesión de patentes europeas. Por una sustancia biocatalizadora se entiende, por ejemplo, una interacción química entre una proteína y otra partícula (moléculas, iones, protones, electrones), en cuyo desarrollo se modifica la constitución de las partículas mencionadas. Los radicales generados repercuten de manera favorable en la reducción de las mencionadas impurezas, y se puede evitar o limitar la adición de sustancias colorantes complementarias o de biocidas.

En otra forma de acondicionamiento preferida de la presente invención, se reducen las impurezas que presentan adherencia. En un proceso de reciclado, por ejemplo, de papel reciclado como materia prima, a partir del papel reciclado se obtienen "elementos adherentes" disueltos y finamente desintegrados en la instalación de fabricación de papel. "Elementos adherentes" es la denominación para pequeñas impurezas adherentes o termoadherentes, que posteriormente se presentan en el papel o en la cartulina como defecto, por ejemplo, como manchas superpuestas. En particular, en una preparación del papel reciclado, se contamina considerablemente el agua utilizada para dicha preparación. Las impurezas adherentes en un material fibroso o en una suspensión de fibras como producto intermedio, y en las aguas comunes del circuito de una instalación de fabricación de papel, tienden a depositarse, por ejemplo, en revestimientos de la máquina de papel, como fieltros y tamices, así como en cilindros y rodillos. Además, se presentan puntos defectuosos en el papel finalmente producido, que, por ejemplo, en el procesamiento posterior pueden conducir a perturbaciones, o pueden limitar su valor de utilidad. Las impurezas adherentes mencionadas, representan uno de los mayores problemas en la recuperación de papel reciclado. Mientras que los denominados macroelementos adherentes, se pueden separar considerablemente con la ayuda de métodos de separación mecánicos, los denominados microelementos adherentes resultan muy difíciles de eliminar de la suspensión o en general de un circuito de agua. Los microelementos adherentes son tan pequeños que pueden

5 atravesar también un tamiz con ranuras que presentan un ancho aproximado de 100 mm. Mediante un procesamiento de la suspensión, es decir, también de las impurezas adherentes, se modifica la superficie de las impurezas adherentes, de manera que dichas impurezas reducen sus propiedades adherentes o las pierden completamente. De esta manera, se evita de manera ventajosa que las impurezas se depositen además, por ejemplo, en revestimientos, filtros, rodillos y en una batería de secadores.

10 En otra forma de acondicionamiento conveniente de la presente invención, el agua de dilución se procesa adicionalmente con el plasma o la descarga de gas, antes de que el agua de dilución se adicione en la suspensión. Mediante el procesamiento del agua de dilución con plasma frío o con una descarga de gas, se inician reacciones químicas en el agua de dilución o bien, en la suspensión de materia conformada con el agua de dilución, que previamente en un estadio temprano, por ejemplo, en una instalación de procesamiento de materiales dispuesta antes del dispositivo de blanqueo, mejoran notablemente las propiedades cualitativas de la suspensión a utilizar a continuación. El agua de dilución procesada de esta manera, además de ser utilizada para el blanqueo de los materiales fibrosos, también se puede utilizar para la reducción de las impurezas.

15 Los ejemplos de ejecución preferidos de la presente invención que, sin embargo, no se consideran en absoluto limitantes, a continuación se explican en detalle mediante los dibujos. Para la ejemplificación, los dibujos no se realizan a escala, y determinadas características se representan sólo esquemáticamente. Las piezas que son correspondientes en las figuras están provistas con los mismos símbolos de referencia. En particular, los dibujos muestran:

20 FIG. 1 una representación esquemática de una instalación de fabricación de papel, con un dispositivo de tamizado, un dispositivo de prensado y una instalación de refinado y/o de deshidratación,

FIG. 2 un dispositivo de blanqueo de acuerdo con la presente invención,

FIG. 3 una representación (corte) de un sistema para la generación de radicales en plasmas de corona en la pulpa o en el aire: Disposición de placas paralelas o de conductos tubulares con hilos metálicos, al que se le acopla una alta tensión pulsante,

25 FIG. 4 una representación básica de pulsos para la generación de radicales en descargas de efecto corona en el aire o en medios acuosos, utilizando pulsos de alta tensión cortos (convencionalmente $< 1 \mu\text{s}$), con una tasa de repetición de pulso elevada,

30 FIG. 5 a 10 disposiciones de electrodos y sistemas de electrodos para la generación de descargas de efecto corona: Disposiciones de placa-placa, placa-hilo-placa, hilo-conducto coaxial, placa en punta, placa de múltiples puntas, rejilla-placa (tubo), rejilla-rejilla,

FIG. 11 una descarga híbrida, en donde un electrodo se encuentra dispuesto completamente por encima del medio sobre el tamiz, y por el contrario el segundo electrodo está conformado por el propio tamiz,

35 FIG. 12 una disposición de placas o rejillas con superficies curvadas para la adaptación a las paredes del recipiente o bien, para la utilización de las mismas como electrodo; electrodos concéntricos con forma tubular para la utilización de tuberías o columnas existentes, para la pulpa como recipiente de reacción,

FIG. 13 una descarga pulsante en el área de gas próxima a la superficie, a través de la alimentación de pasta sobre el tamiz, con una disposición conformada por placa y múltiples hilos metálicos, y

40 FIG. 14 un sistema de descarga pulsante de efecto corona, con hilo-conducto coaxial, con burbujas de gas introducidas y finamente distribuidas, de manera que en la zona de descarga, se presentan burbujas de gas muy pequeñas, y se desarrolla una formación de plasma tipo streamer principalmente en las burbujas de gas,

FIG. 15 una representación esquemática de una instalación de procesamiento de materiales con reactores de plasma,

FIG. 16 reactor de plasma para el agua de dilución.

45 La figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación compleja para la fabricación de papel 1, como se utiliza en las fábricas de papel actuales. Su construcción y la combinación de diferentes unidades, son determinadas por la clase de papel, cartón y cartulina a fabricar, así como por las materias primas utilizadas. La instalación de fabricación de papel 1 presenta una extensión espacial de aproximadamente 10 m de ancho, y aproximadamente 120 m de longitud. La instalación de fabricación de papel produce por minuto hasta 1400 m de papel 27. Sólo hay una latencia de unos pocos segundos desde la primera aparición de la suspensión o de la pulpa 39 sobre el dispositivo de tamizado 9 hasta obtener el papel finalizado 27, el cual se enrolla finalmente en una

50

bobina 15. En la proporción 1:100 diluida con agua, los materiales fibrosos 30 (observar la figura 2) se añaden junto con agentes auxiliares, sobre el dispositivo de tamizado 9 con el tamiz 10. Las fibras se depositan sobre el tamiz 10 unas sobre otras y de manera adyacente entre sí. El agua blanca 23 se puede evacuar o aspirar mediante una pluralidad de zonas de cámaras de aspiración 24. De esta manera, se genera una unión de fibras uniforme que se continúa deshidratando mediante presión mecánica en un dispositivo de prensado 11 y con la ayuda de calor de vapor. El proceso de fabricación de papel completo se divide esencialmente en las áreas de preparación del material, máquina papelera, refinado y acabado.

El papel reciclado y generalmente también la celulosa, llegan a la fábrica de papel como materiales secos, mientras que la pasta de madera generalmente se prepara en la misma instalación, y se bombea hacia la central de dosificación 3 como mezcla de agua y fibras, es decir, una suspensión conformada por materiales fibrosos no tejidos. El papel reciclado y la celulosa 30 (observar la figura 2) se disuelven también mediante la adición de agua en una cuba de fibras 35 (figura 2). Los componentes que no son papel se esclusan hacia el exterior, a través de diferentes unidades de clasificación (no representadas en este caso). En la central de dosificación 3 se realiza la mezcla de las diferentes materias primas, según el tipo de papel deseado. En este caso se añaden también sustancias adicionales y de relleno, que se utilizan para mejorar la calidad del papel e incrementan la productividad.

El alimentador de material 7 de la instalación para la fabricación de papel 1, distribuye de manera uniforme la suspensión de materiales fibrosos sobre el ancho completo del tamiz. En el extremo del dispositivo de tamizado 9 la banda de papel 27 aún contiene aproximadamente 80 % de agua.

Otro proceso de deshidratación se realiza mediante la presión mecánica en el dispositivo de prensado 11. En este punto, la banda de papel 27 se conduce entre rodillos de acero, granito o ebonita mediante un paño de fieltro absorbente sinfin y, de esta manera, se deshidrata. El agua blanca 23 absorbida por la zona de cámara de aspiración 24, se reconduce una parte hacia un clasificador 5 y, otra parte, hacia un recuperador de pasta 17. Al dispositivo de prensado 11 se conecta una instalación de secado 13. El agua residual remanente, se evapora en la instalación de secado 13. La banda de papel 27 pasa por un sistema slalom con una pluralidad de cilindros secadores calentados mediante vapor. Al finalizar, el papel 27 presenta una humedad restante de un porcentaje reducido. El vapor de agua generado en la instalación de secado 13, se aspira y se conduce a una instalación de recuperación de calor no representada.

Para un procesamiento de la suspensión de fibras 39 de acuerdo con la presente invención, en un primer ejemplo de ejecución, un primer electrodo 43 se dispone debajo del dispositivo de tamizado 9, y un segundo electrodo 44 sobre el dispositivo de tamizado 9, entre el alimentador de material 7 y el área inicial del dispositivo de tamizado 9. Los electrodos 43 y 44 se encuentran dispuestos de manera que la suspensión de fibras 39 distribuida de manera plana, se extienda entre los electrodos mencionados. Para que se pueda generar un plasma de gran superficie, bajo la presión atmosférica, en la cercanía inmediata de la suspensión de fibras 39, para el procesamiento de la suspensión de fibras 39, los electrodos 43 y 44 están conectados a un generador de pulsos de alta tensión 46. Mediante la ayuda del generador de pulsos de alta tensión 46 mencionado, entre los electrodos 43 y 44 se obtiene un plasma de gran volumen, con una sección transversal grande y con una elevada densidad de potencia. En este caso, el grosor de plasma se encuentra distribuido de manera homogénea sobre el área de procesamiento que se encuentra cubierta por los electrodos 43 y 44. Conforme a la presente invención, el plasma mencionado, de gran volumen, con una elevada densidad de potencia, se genera solapando a una descarga de efecto de corona de corriente continua, unos pulsos de alta tensión continuos y cortos, con una tasa de repetición de pulso elevada de 1 kHz. En este modo de operación, se genera un plasma sumamente homogéneo y de gran volumen, con una densidad de potencia elevada, sin que se alcance las limitaciones conocidas del plasma en las descargas de efecto corona de corriente continua.

Para apoyar el efecto del procesamiento que ejerce el plasma frío de gran superficie sobre la suspensión de fibras, eventualmente mediante un distribuidor de gas 81 y a través de un conducto de gas 80, se introduce oxígeno con argón como gas portador, a la cámara de procesamiento entre los electrodos 43 y 44. Con la ayuda de la mezcla de oxígeno y argón, se generan de una manera particularmente ventajosa, radicales hidroxilos. Los radicales hidroxilos son particularmente agresivos y oxidantes, por lo tanto, se obtiene un efecto blanqueador en la suspensión de fibras que permanece sólo unos pocos segundos en la zona de procesamiento entre los electrodos 43 y 44.

De manera análoga a lo descrito anteriormente, con un sistema de electrodos 47, 48 en el dispositivo de prensado 11, se genera un plasma de gran superficie para el procesamiento de la banda de papel 27. El primer electrodo 47 en el dispositivo de prensado 11, está diseñado como un electrodo de rejilla semicircular. Mediante el acondicionamiento semicircular del electrodo 47, dicho electrodo puede seguir el desarrollo de la banda de papel a través de un rodillo de transporte 12. El segundo electrodo 48 en el dispositivo de prensado 11, está diseñado como un electrodo con forma de placa, y se encuentra dispuesto de manera que el rodillo de transporte 12 pueda ser conducido entre los electrodos 47 y 48. Para estimular también aquí la formación de radicales en el plasma, al área de procesamiento de plasma se le suministra eventualmente también en este caso una mezcla de oxígeno y argón, mediante el distribuidor de gas 81 y a través del conducto de gas 80.

El proceso de prensado comprime la estructura del papel, la resistencia se incrementa y se influye de manera decisiva sobre la calidad de la superficie del papel. Mediante el procesamiento del papel prensado con plasma frío, particularmente con los radicales generados, se modifica aún más la estructura molecular de la superficie del papel. Se incrementa la resistencia del papel 27 y se mejora su imprimibilidad.

5 Con las disposiciones de electrodos anteriormente mencionadas, 43 y 44 así como 47 y 48, de acuerdo con el método conforme a la presente invención, la banda de papel 27 se puede conducir entre las descargas del plasma tipo streamer. Un streamer es una forma especial de una nube de plasma de avance lineal, o un canal de descarga que se conforma en el proceso debido a la elevada intensidad del campo externo estimulado. La conformación de un streamer de esta clase, se realiza en menos de 10 ns, y pasa muy rápidamente a un canal disruptivo térmico. La disposición anteriormente mencionada de los sistemas de electrodos, en los que la banda de papel 27 se encuentra entre los electrodos utilizados para la descarga del streamer, resulta particularmente ventajosa, dado que de esta manera el papel 27 funciona parcialmente como una barrera dieléctrica, con lo cual se puede impedir la etapa de disrupción del streamer.

15 La figura 2 muestra, mediante un segundo ejemplo de ejecución, un dispositivo de blanqueo 38 conforme a la presente invención. La materia prima 30, particularmente celulosa, se transporta a través de una cinta de transporte 33 hacia una cuba de fibras 35. En la cuba de fibras 35, la materia prima 30 se mezcla con agua, y se bombea a través de un conducto tubular 36 hacia una cuba de blanqueo 37. Un primer electrodo 43' y un segundo electrodo 44', están diseñados respectivamente como un electrodo de rejilla de superficie circular. El primer electrodo 43' se encuentra dispuesto en el área de gas de la suspensión de fibras de celulosa 39 que llena la cuba de blanqueo 37. El segundo electrodo 44' se encuentra dispuesto en el interior de la cuba de blanqueo 37 y, de esta manera, se encuentra cubierto completamente por la suspensión de fibras de celulosa 39. Entre ambos electrodos 43' y 44', mediante el generador de pulsos de alta tensión 46, se genera un plasma frío de gran superficie.

25 Mediante un procesamiento directo con plasma frío, de la suspensión de fibras de celulosa 39, se generan en la suspensión 39, preferentemente, los radicales OH⁻, HOO⁻, O, O₃. Los radicales mencionados inician una reacción química blanqueadora. El generador de pulsos de alta tensión 46, se acciona de manera que genere pulsos de alta tensión con una duración de 1 μs entre los electrodos 43' y 44'. Una tensión de corriente continua necesaria para la generación de radicales y ozono en la suspensión de fibras de celulosa, se encuentra entre aproximadamente 10 kV a 100 kV. Los pulsos de alta tensión se solapan a la tensión de corriente continua, y de esta manera conforman una amplitud total desde 10 kV hasta más de 100 kV. Mediante el procesamiento de la suspensión de fibras de celulosa 39 con una descarga eléctrica fría, es decir, con el plasma, los radicales se generan in-situ. De esta manera, en la suspensión 39 se pueden introducir grandes cantidades de radicales. Además, los radicales se generan finamente distribuidos en la suspensión, de manera que también se puede reducir el trabajo necesario que se realiza en la actualidad para el mezclado de sustancias químicas con la suspensión.

35 Para una activación adicional del proceso de blanqueo, en la cuba de blanqueo 37 se introduce, a través de un conducto de gas 80, una mezcla de oxígeno y argón, la cual ha sido preparada en un distribuidor de gas 81.

40 La figura 3 muestra como tercer ejemplo de ejecución, una representación en corte de una cuba de blanqueo. En el centro de la cuba de blanqueo, se encuentra dispuesto un electrodo de alta tensión 50. El revestimiento exterior de la cuba de blanqueo, está conformado como un contraelectrodo 51. En la cuba de blanqueo se encuentra una suspensión de fibras de celulosa 39. Entre los electrodos 50 y 51 se representa un streamer 53. Los radicales 59 se generan en los streamer, debido a que los electrones de gran energía colisionan con moléculas de agua o moléculas de la suspensión y, de esta manera, las disocian o excitan. En el caso de la disociación, se liberan radicales 59 de inmediato, mientras que para el caso de la excitación, se genera luz ultravioleta debido a la consecuente transición radiativa. La luz ultravioleta generada, reacciona con moléculas de agua y las disocia.

45 La cuba de blanqueo representada en la figura 3, también se puede utilizar como un dispositivo para la conducción de la suspensión 39. En ese caso, el dispositivo no está diseñado como una cuba de blanqueo, sino que se conforma como una clase de reactor tubular, es decir, que no presenta una base. Con el reactor tubular mencionado, se puede conducir la suspensión durante la generación simultánea del plasma.

50 En relación con las impurezas de color, los radicales mencionados 59 y los oxidantes 57, actúan directamente sobre las sustancias colorantes de elevado peso molecular, y las degrada en cuanto se elimina la acción del color de las moléculas.

55 En relación con las impurezas microbiológicas, estas son atacadas y degradadas por la luz ultravioleta, los radicales 59 y los oxidantes 57. Mediante la acción simultánea de una pluralidad de componentes de biocidas de esta clase, se logra un efecto sinérgico que conduce a una esterilización particularmente efectiva de la suspensión 39. En particular, el campo eléctrico elevado, presente también al comienzo del proceso, conduce a un incremento sinérgico adicional, mediante un deterioro previo de las células biológicas, a través de la electroporación de las paredes celulares que pueden ser atacadas de una manera particularmente fácil, mediante las sustancias químicamente activas generadas a continuación, particularmente los radicales 59 y los oxidantes 57.

Los microorganismos que, por ejemplo, producen enzimas que lisan carbohidratos, como por ejemplo, la enzima celulasa, que lisa la celulosa que se encuentra en la suspensión 39 como materia prima fibrosa, y que es aprovechado como carbohidrato lisado, de cadena corta, como alimento por los microorganismos, también se inhiben o se degradan completamente. Los microorganismos se destruyen y, de esta manera, se minimiza la generación de celulosa. Mediante la descomposición simultánea realizada por la catalasa, además de los radicales, también se puede formar una concentración de H₂O₂. La concentración mencionada, contribuye a la descomposición directa de la celulosa, así como a la esterilización de los microorganismos productores de celulosa.

En la figura 4 se representa el desarrollo utilizado de la tensión de los pulsos de alta tensión. Un primer pulso 66 y un segundo pulso 67, en cada caso con un ancho de pulso 62, presentan una distancia de un tiempo de repetición del pulso 63. En la abcisa se indica el tiempo en ms, y en la ordenada se indica la tensión en kV. Las unidades se seleccionan arbitrariamente. Un nivel de aproximadamente 100 kV de la tensión de corriente continua, coincide con la abcisa representada. La tensión de pulso representada se solapa entonces a la tensión de corriente continua. Se genera una amplitud total de aproximadamente 500 kV. Los pulsos 66 y 67 presentan un ancho de pulso 62 menor a 1 µs, en donde los pulsos individuales 66, 67 presentan un flanco ascendente creciente con un tiempo de ascenso 64, y un flanco descendente menos creciente. El tiempo de repetición de pulso 63 se encuentra convencionalmente entre 10 µs y 100 ms.

Además, los pulsos individuales 66, 67 presentan una amplitud total, de manera que a partir de la tensión continua predeterminada, se logra una densidad de energía predeterminada. Como se ha mencionado anteriormente, generalmente el tiempo de ascenso del pulso 64 es corto en comparación con el tiempo de descenso del pulso. Mediante esta clase de pulsos se logran evitar las interrupciones eléctricas que provocarían fallas en el espacio y en el tiempo, en la distribución homogénea de la densidad del plasma.

Las figuras 5 a 10 muestran otros ejemplos para sistemas de electrodos, para generar descargas de efecto corona en medios preferentemente acuosos, particularmente para la utilización alternativa en los ejemplos de ejecución anteriormente mencionados. En la figura 5 se representa una disposición placa-placa conformada por una primera placa 70a como electrodo, y una segunda placa 70b como electrodo. La primera placa 70a y la segunda placa 70b están dispuestas de manera paralela entre sí. La primera placa 70a conforma el electrodo de alta tensión, y está conectada con el generador de pulsos de alta tensión 46 a través de un cable de alta tensión. La segunda placa 70b conforma el contraelectrodo, y está conectada con el generador de pulsos de alta tensión 46, como un electrodo conectado a tierra.

Una disposición correspondiente con electrodos en placa especialmente planos, se representa en la figura 6. Por otra parte, se presentan dos electrodos en placa masivos 70a y 70c a una distancia fija, en donde en el centro se extiende un electrodo de alta tensión 71. En la disposición placa-hilo-placa mencionada, el electrodo de alta tensión 71 está conformado como un hilo metálico compacto, y se encuentra conectado con la salida de alta tensión del generador de pulsos de alta tensión 46. Las placas conectadas a tierra 70a, 70c también se encuentran conectadas con el generador de pulsos de alta tensión.

La figura 7 muestra una disposición de hilo-conducto como sistema de electrodos. En un electrodo cilíndrico 72, un electrodo de alta tensión 71 sobresale hacia el interior de manera centrada. Como se representa en la figura 6, el electrodo de alta tensión 71 se conforma como un hilo metálico compacto, y se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46. El electrodo cilíndrico 72, conformado preferentemente como una tela metálica, se encuentra conectado a tierra y conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46.

La figura 8 muestra una disposición de punta-placa como sistema de electrodos. Las, por ejemplo tres, puntas 73 se encuentran conectadas con el generador de pulsos de alta tensión 46, a través de una línea de alta tensión. Las puntas 73 se encuentran dispuestas en ángulo recto en relación con un electrodo en placa 74 conectado a tierra. Se puede ajustar la distancia de los electrodos en punta 73 en relación con el electrodo en placa 74 y, de esta manera, se puede adaptar a diferentes condiciones del proceso.

La figura 9 muestra una disposición del sistema de electrodos que comprende tres placas 70a, 70d y 70e. La primera placa 70a, conectada como un electrodo de alta tensión con el generador de pulsos de alta tensión 46, se encuentra dispuesta de manera centrada entre dos placas macizas 70d y 70e. Las placas 70a y 70b se encuentran conectadas a través un conector de placas 70f. Dado que la placa 70d se encuentra conectada con el generador de pulsos de alta tensión 46, como un contraelectrodo conectado a tierra, a través del conector de placas 70f la placa 70e también cumple la función de un contraelectrodo conectado a tierra.

La figura 10 muestra un sistema de electrodos como una disposición rejilla-rejilla. De manera análoga a la figura 5, en este caso una primera rejilla 75a y una segunda rejilla 75b, se encuentran enfrentadas entre sí, de manera paralela. La primera rejilla 75a conforma, en este caso, el electrodo de alta tensión, y se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46. La segunda rejilla 75b conforma el contraelectrodo conectado a tierra, y se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46.

Todas las disposiciones de electrodos anteriormente mencionadas, presentan la característica común de que en lugar de una conexión adicional de pulsos de alta tensión 66, 67, como se representa en la figura 3, también se pueden someter a una tensión continua, por ejemplo, en el rango de 1 V a 10 V, particularmente de 2 V a 5 V, para generar una electrólisis continua.

- 5 Una descarga híbrida, en donde un electrodo 75a se encuentra completamente fuera de una pulpa 39 a blanquear, y un segundo electrodo 76b se encuentra total o parcialmente sumergido en la pulpa 39, se genera con la disposición de la figura 11. En el ejemplo de ejecución adicional mencionado, el electrodo 76a se conforma como un electrodo de rejilla, y se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46. También el contraelectrodo 76b conectado a tierra, se conforma como un electrodo de rejilla.
- 10 En la capa límite entre el aire y la suspensión 39, se forma una primera nube de carga 68a. Mediante la ayuda de la nube de carga 68a mencionada, las sustancias químicamente activas pueden llegar a la suspensión 39, y además de lograr el efecto blanqueador, elimina impurezas no deseadas. También en la suspensión 39 se generan nubes de carga 68a, 68c, preferentemente en puntos con intensidades de campo incrementadas localmente. Las nubes de carga 68a, 68b, 68c liberan radicales en la suspensión 39, como por ejemplo, principalmente O, OH, HOO, aunque también oxidantes fuertes como ozono y/o H₂O₂. Las sustancias químicamente activas mencionadas, degradan con una elevada eficacia, entre otros, microorganismos como bacterias y levaduras.
- 15

Como un ejemplo de ejecución adicional, en la figura 12 se representa una cuba de blanqueo con una pared de recipiente 77 en una vista superior. Para la cuba de blanqueo se utiliza una disposición de placas o rejillas, con superficies curvadas para la adaptación a las paredes del recipiente o bien, para la utilización de las paredes del recipiente como electrodo. Un electrodo de múltiples hilos 79 se encuentra dispuesto como un electrodo concéntrico, que sigue el desarrollo de la pared del recipiente 77, y que se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46. Dos contraelectrodos se encuentran enfrentados al electrodo mencionado: Por una parte, la pared del recipiente 77 y, por otra parte, un electrodo en placa 78. El electrodo de alta tensión 79 se encuentra dispuesto libre de contacto, entre la pared del recipiente 77 y el electrodo en placa 78. La pared del recipiente 77 y el electrodo en placa 78, se encuentran conectados entre sí de manera que presenten conductividad eléctrica y, de esta manera, conforman los contraelectrodos conectados a tierra, los cuales se encuentran conectados con el generador de pulsos de alta tensión 46.

20

25

Para generar descargas pulsantes en el área de gas próxima a la superficie, a través de la pulpa 39, en la figura 13 se representa como un ejemplo de ejecución adicional, una disposición especial de los electrodos. Un electrodo de alta tensión 50 comprende una pluralidad de electrodos de varilla conectados eléctricamente entre sí, y se encuentra dispuesto en el área de gas próxima a la superficie, de la pulpa 39 de manera que sus varillas se extiendan paralelas a la superficie. Un contraelectrodo conectado a tierra 51 se conforma como una placa maciza, y se encuentra dispuesto a distancias equidistantes, distribuidas sobre la superficie completa, en relación con el electrodo de alta tensión 50. También en la disposición de electrodos mencionada, en la capa límite entre el aire y la suspensión 39, se generan nubes de carga, como se indican a modo de ejemplo las nubes de carga 68d y 68e. Las nubes de carga también se ocupan de favorecer la penetración de las sustancias químicamente activas en la suspensión 39. En este caso, la suspensión 39 se conduce en un canal de suspensión 37a abierto en la parte superior. La pared del canal de suspensión 37a se encuentra conectada adicionalmente con el contraelectrodo 51.

30

35

La figura 14 muestra, mediante un último ejemplo de ejecución, un sistema de descarga pulsante de efecto corona, en una solución acuosa o una pulpa 39. El sistema de electrodos se conforma de manera análoga a la figura 3, como un sistema de electrodos de hilo-conducto coaxial. El electrodo de alta tensión 50 se encuentra dispuesto de manera coaxial en relación con el contraelectrodo 51, que conforma la pared del recipiente. Para ayudar con la acción blanqueadora, en la zona de descarga se introducen burbujas de gas muy pequeñas, a través de un conducto de gas 80, mediante un distribuidor de gas 81. En las burbujas de gas 82 y 83, se conforman preferentemente los streamer explicados en la figura 3. Debido a las descargas del streamer, se generan oxidantes 57. Es decir, que en la suspensión se generan radicales determinados.

40

45

La figura 15 muestra una representación esquemática de una instalación de procesamiento de materiales 1a. Con un dispositivo de disolución 90, al comienzo del proceso de procesamiento de materiales, se suspenden los materiales fibrosos, en una sustancia aglutinante acuosa. El dispositivo de disolución 90 se encuentra conectado con un dispositivo para la adición de sustancias químicas 91, a través de un sistema de conductos. Además, el sistema de conductos entre el dispositivo de disolución 90 y el dispositivo para la adición de sustancias químicas 91, se encuentra conectado con una primera entrada de agua de dilución 26a. El dispositivo para la adición de sustancias químicas 91 se encuentra conectado con una primera etapa de purificación 92, a través de un sistema de conductos. Además, la primera etapa de purificación 92 se encuentra conectada con una etapa de flotación 93, a través de un sistema de conductos. Entre la primera etapa de purificación 92 y la etapa de flotación 93, se encuentra dispuesta una segunda entrada de agua de dilución 26b. Una segunda etapa de purificación 94 se conecta con la etapa de flotación 93, a través de un sistema de conductos tubulares. Desde la segunda etapa de purificación 94, la suspensión o la pulpa llega también a través de un sistema de conductos tubulares, al dispositivo de espesamiento 95. El dispositivo de espesamiento 95 se encuentra conectado con un recipiente de blanqueo 96, a través de un

50

55

sistema de conductos tubulares. La suspensión o la pulpa 39 se bombean desde el recipiente de blanqueo 96 hacia una cuba 97. En la cuba 97 se encuentran a disposición los materiales fibrosos procesados o la pulpa 39, para un procesamiento posterior.

5 El dispositivo para la adición de sustancias químicas 5 puede adicionar diferentes sustancias químicas auxiliares, entre ellas, sustancias blanqueadoras para completar un efecto blanqueador generado por el plasma.

10 Mientras que la suspensión o la pulpa 39 se bombea para el proceso de procesamiento de materiales, en los puntos 26a y 26b, se mezcla agua de dilución 26. En la disolución de los materiales fibrosos en el dispositivo de disolución 3, se trabaja preferentemente con una densidad de material de hasta el 17%. A continuación, la suspensión conformada por materiales fibrosos, se diluye para el dispositivo de adición de sustancias químicas 91, dispuesto a continuación, y para la primera etapa de purificación 92, con el agua de dilución 26 en la entrada de agua de dilución 26a, aproximadamente el 5,8 % al 6 %.

15 El agua de dilución 26 se procesa en la entrada de agua de dilución restante 19a, mediante un primer reactor de plasma 23a, con un plasma frío o bien, una descarga de gas. Mediante el procesamiento del agua de dilución 26, antes del propio punto de dilución, en el cual el agua de dilución 26 se mezcla con la suspensión que se encuentra en el sistema de conductos tubulares, en el agua de dilución 26 se generan determinados radicales (OH^- , HOO^- , O , O_3). Los radicales mencionados, que llegan a la suspensión de material a través del agua de dilución 26, inician previamente al comienzo del proceso de procesamiento de materiales, reacciones químicas blanqueadoras en la suspensión de material. También pueden enmascarar o eliminar impurezas adherentes de los materiales fibrosos. Las reacciones químicas blanqueadoras mencionadas o bien, los radicales, actúan directamente sobre los materiales fibrosos y, de esta manera, se ocupan de obtener el resultado de blanqueo deseado. Para la etapa de flotación 93 a continuación, entre la primera etapa de purificación 92 y la etapa de flotación 93, se diluye la suspensión de material mediante una segunda entrada de agua de dilución 26b, aproximadamente del 1 % al 1,3 %. También en el punto 26b, mediante un segundo reactor de plasma 23b, el agua de dilución 26 se procesa con un plasma frío o bien, una descarga de gas, antes del mezclado con la suspensión.

25 Los reactores de plasma 98a y 98b, se encuentran dispuestos preferentemente en las proximidades de los respectivos puntos de alimentación del agua de dilución 26, particularmente con una distancia que asciende a la longitud restante del conducto tubular, hasta el punto de alimentación, preferentemente pocos metros, preferentemente alrededor de 50 cm, en particular sólo unos centímetros.

30 Después de atravesar la segunda etapa de purificación 94, la suspensión de material 39 se espesa en un dispositivo de espesamiento 13, con una densidad de material de aproximadamente el 1 %. En este punto se puede utilizar opcionalmente un procesamiento adicional con un dispersador de amasado, para la reducción, por ejemplo, de partículas de color restantes.

35 La figura 16 muestra en un primer ejemplo de ejecución, mediante una representación en corte, uno de ambos reactores de plasma 98a y 98b conocidos a partir de la figura 15. El reactor de plasma 23a está diseñado de manera que permita un paso sin obstáculos, del agua de dilución 26. El agua de dilución 26 desciende o fluye, preferentemente en el sentido de circulación S como un chorro de agua libre, a través de un espacio intermedio que está conformado por dos electrodos 43" y 44" dispuestos de manera distanciada entre sí. El primer electrodo 43" se encuentra conectado con un generador de pulsos de alta tensión 46, a través de una línea de alta tensión. Para generar un plasma, una descarga de efecto corona o una descarga de gas entre ambos electrodos 43" y 44", también el segundo electrodo 44 se encuentra conectado con el generador de pulsos de alta tensión 46, a través de una línea de alta tensión. Con la disposición mencionada, se puede generar simultáneamente una serie de diferentes radicales oxidantes en el agua de dilución 24. De esta manera, después de un mezclado íntimo posterior con la suspensión acuosa que presenta una consistencia mayor, conformada por materiales fibrosos, las fibras mencionadas se procesan con radicales.

45

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Dispositivo de blanqueo (38) para blanquear materiales fibrosos no tejidos en una suspensión, particularmente pulpa o pasta de fibras, en o a través de un volumen de procesamiento provisto de paredes limitadoras, en donde la suspensión puede rellenar el volumen de procesamiento o puede fluir a través del volumen de procesamiento, **caracterizado por**, al menos, un primer electrodo (43') y un generador de pulsos de alta tensión (46) conectado con el primer electrodo (43'), mediante el cual se puede generar un plasma en el volumen de procesamiento y/o en su entorno inmediato.
- 10 **2.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el plasma se genera a una distancia menor a 20 cm, preferentemente menor a 10 cm, preferentemente menor a 5 cm, del volumen de procesamiento.
- 3.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** los materiales fibrosos son apropiados para la fabricación de papel, cartulina o cartón y/o se pueden suministrar en un proceso de fabricación de esta clase como material de procesamiento.
- 15 **4.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el volumen de procesamiento es apropiado para ser rellenado con, o para que a través del mismo fluya, una suspensión, preferentemente de una materia prima (30) para la fabricación de papel, cartulina o cartón, particularmente de una pulpa (39) a blanquear, o de una pasta de fibras a blanquear.
- 5.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** existe, al menos, un segundo electrodo (44') para generar el plasma.
- 20 **6.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque**, al menos, uno de los electrodos (44') se encuentra dispuesto de manera que, cuando la suspensión se encuentra rellenando el volumen de procesamiento o fluya en el interior del volumen mencionado, el electrodo mencionado entra en contacto con la suspensión.
- 25 **7.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque**, al menos, uno de los electrodos (43', 44') se encuentra dispuesto de manera que el plasma se genera, preferentemente en su mayor parte, en un volumen próximo a la superficie, debajo o sobre la superficie de la suspensión de relleno.
- 30 **8.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado porque** los electrodos (43', 44') se conforman de manera plana, en donde particularmente el segundo electrodo (44') se puede sumergir, al menos, parcialmente en la suspensión y/o el primer electrodo (43') se encuentra dispuesto de manera paralela al segundo electrodo (44'), fuera de la suspensión.
- 9.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizado porque** los electrodos (43', 44') se conforman de manera plana, en donde el primer electrodo (43') y el segundo electrodo (44') se encuentran dispuestos de manera paralela entre sí, en la zona de la suspensión próxima a la superficie.
- 35 **10.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** una pared limitadora (51) del volumen de procesamiento se configura como un electrodo.
- 11.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** el volumen de procesamiento está diseñado como un conducto tubular (36, 72, 77), particularmente como elemento de conexión, para el transporte de la suspensión.
- 40 **12.** Dispositivo de blanqueo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo está diseñado como una placa (70a, 70b).
- 13.** Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** los electrodos se encuentran dispuestos como, al menos, dos placas (70a, 70b) enfrentadas y que se extienden preferentemente paralelas entre sí.
- 45 **14.** Dispositivo de blanqueo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo está diseñado como un hilo metálico (71).
- 15.** Dispositivo de blanqueo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo está diseñado como una tela metálica, particularmente como una rejilla metálica (75a, 75b).

16. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo está diseñado como una rejilla (75a, 75b), particularmente como una disposición de barras redondas y/o listones planos cruzados en ángulo recto u oblicuos, preferentemente como un tamiz.
- 5 17. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizado porque** los electrodos se encuentran dispuestos como, al menos, dos rejillas (75a, 75b) enfrentadas y que se extienden preferentemente paralelas entre sí.
18. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo presenta una o una pluralidad de puntas (73).
- 10 19. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado porque**, al menos, un electrodo está diseñado como un conducto tubular (36, 72, 77).
20. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado porque** los electrodos están diseñados como un conducto tubular (72) con un hilo metálico (71) dispuesto en su interior, preferentemente de manera coaxial.
- 15 21. Dispositivo de blanqueo de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 20, **caracterizado porque** los electrodos se encuentran dispuestos de manera que entre dos placas (70d, 70e) conectadas eléctricamente entre sí, a través de, al menos, un conector de placas (70f), que conforman el primer electrodo, se encuentra dispuesto un hilo metálico (71) o una rejilla (75a) como segundo electrodo.
- 20 22. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado porque** el, al menos un, electrodo (78, 79), preferentemente conformado de manera plana, se encuentra dispuesto de una manera, al menos, parcialmente paralela en relación con una superficie lateral particularmente curvada, o en relación con una pared limitadora (77) del volumen de procesamiento.
23. Dispositivo de blanqueo (38) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizado por** un medio (81) para la inyección de gas en el volumen de procesamiento, particularmente aire u oxígeno, preferentemente oxígeno puro u oxígeno con, por ejemplo, un gas noble como gas portador.
- 25 24. Método para el procesamiento de materiales fibrosos no tejidos en una suspensión, particularmente como pulpa o pasta de fibras, preferentemente para la operación del dispositivo de blanqueo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la suspensión o el agua de dilución (26) adicionada en dicha suspensión, entra en contacto con el plasma que presenta una gran superficie, preferentemente no térmica, a, al menos, la presión atmosférica, el plasma se genera en las proximidades de la suspensión o bien, del agua de dilución (26), o en la suspensión o bien, en el agua de dilución (26) o en el entorno inmediato de la suspensión o bien, del agua de dilución (26), se genera una descarga de gas, particularmente una descarga de efecto corona, a, al menos, la presión atmosférica.
- 30 25. Método de acuerdo con la reivindicación 24, **caracterizado porque** el plasma se genera a una distancia menor a 20 cm, preferentemente menor a 10 cm, preferentemente menor a 5 cm, de la suspensión.
- 35 26. Método de acuerdo con la reivindicación 24 ó 25, **caracterizado porque** la suspensión es apropiada para la fabricación de papel, cartulina o cartón.
27. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 26, **caracterizado porque** como suspensión se utiliza una hoja húmeda o mojada.
- 40 28. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 27, **caracterizado porque** para generar el plasma o bien, la descarga de gas, entre los electrodos (43, 44) se generan pulsos de alta tensión (66, 67) con una duración (62) menor a 10 ms.
29. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 28, **caracterizado porque** el plasma o bien, la descarga de gas se aplican en la suspensión antes y/o durante la conformación de la hoja, particularmente durante el paso a través o sobre un dispositivo de tamizado (9).
- 45 30. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 29, **caracterizado porque** la suspensión entra en contacto a ambos lados, con el plasma o bien, se procesa mediante la descarga de gas.

31. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 30, **caracterizado porque** el plasma o bien, la descarga de gas para blanquear la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras, se utiliza particularmente en un digestor, en un recipiente de blanqueo (37) o en un conducto.
- 5 32. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 31, **caracterizado porque** la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras, entra en contacto con, al menos, un electrodo para generar el plasma o bien, para la descarga de gas.
33. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 32, **caracterizado porque** el plasma o bien, la descarga de gas se genera en la suspensión.
- 10 34. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 33, **caracterizado porque** el contenido de líquido portador, particularmente agua, en la suspensión se encuentra en el rango de entre 40% y 99,9%, preferentemente en el rango de entre 80% y 98%, y particularmente en el rango de entre 85% y 98%.
35. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 34, **caracterizado porque** en el plasma o mediante la descarga de gas, se generan radicales (59) que actúan sobre los materiales fibrosos.
- 15 36. Método de acuerdo con la reivindicación 35, **caracterizado porque** para diferentes estados de suspensiones en el proceso de fabricación del papel, del cartón o de la cartulina, particularmente en diferentes etapas del proceso, se utilizan radicales (59) de diferente clase o composición.
37. Método de acuerdo con la reivindicación 35 ó 36, **caracterizado porque** durante una etapa del proceso en un proceso de fabricación de papel o cartón, la suspensión se expone a radicales (59) de diferente clase o composición, preferentemente de manera sucesiva en el tiempo.
- 20 38. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 35 a 37, **caracterizado porque** como radicales (59) se generan ozono (O₃), peróxido de hidrógeno (H₂O₂), radicales hidroxilos (OH), HO₂ y/o HO₂⁻.
39. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 35 a 38, **caracterizado porque** durante el blanqueo en la suspensión, en la pulpa (39) o en la pasta de fibras, se aplica el plasma o la descarga de gas de manera que como radicales (59) se conforma ozono (O₃) y/o peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en cantidades.
- 25 40. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 35 a 39, **caracterizado porque** durante el tamizado y/o en la suspensión o la pulpa (39) distribuida de manera plana, o en la pasta de fibras o en la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, se aplica el plasma o la descarga de gas de manera que como radicales (59) se conforma, en cantidades, hidroxilo (OH), HO₂ y/o HO₂⁻.
- 30 41. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 35 a 40, **caracterizado porque** la tasa de generación de radicales (59) y/o la composición de los radicales generados (59) es controlada mediante la influencia de una amplitud (U), una duración de pulso (62) y/o una tasa de repetición de pulso (63) de los pulsos de alta tensión (66, 67).
- 35 42. Método de acuerdo con la reivindicación 41, **caracterizado porque** para el control y el ajuste de la tasa de generación y/o de la clase de los radicales generados (59), se mide una concentración de los radicales generados (59).
43. Método de acuerdo con la reivindicación 41 ó 42, **caracterizado porque** para el control y el ajuste de la tasa de generación o de la composición de los radicales generados (59), se mide una propiedad de la suspensión, preferentemente una propiedad cualitativa, particularmente su opacidad, brillo, blancura, fluorescencia o punto de color.
- 40 44. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 42 ó 43, **caracterizado porque** se mide la concentración o bien, las propiedades "en línea".
- 45 45. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 44, **caracterizado porque** para el ajuste, se modifica la amplitud (U) de los pulsos de alta tensión (66, 67) manteniendo constante la tasa de repetición (63).
46. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 45, **caracterizado porque** para el ajuste, se modifica la tasa de repetición (63) de los pulsos de alta tensión (66, 67) manteniendo constante la amplitud (U).

47. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 46, **caracterizado porque** la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras, son enriquecidas con oxígeno, preferentemente para el blanqueo, en el área en la cual se aplica el plasma.
- 5 48. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 47, **caracterizado porque** en la suspensión, en la pulpa (39) o en la pasta de fibras, preferentemente para el blanqueo, se utiliza una duración del pulso de alta tensión (62) menor a 100 ns.
- 10 49. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 48, **caracterizado porque** la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, es rodeada por una atmósfera enriquecida con vapor de agua, en el área en la cual se aplica plasma, particularmente durante el tamizado.
50. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 49, **caracterizado porque** en la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o en la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, particularmente durante el tamizado, se utiliza una duración del pulso de alta tensión (62) de 100 ns a 1 ms.
- 15 51. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 50, **caracterizado porque** en el caso de la suspensión, la pulpa (39) o la pasta de fibras distribuidas de manera plana, o la hoja que se conforma o se ha conformado pero aún no ha sido prensada, particularmente durante el tamizado, en los electrodos se aplica una amplitud de alta tensión (U) en correspondencia con, al menos, el doble del valor, preferentemente, al menos, el triple del valor de una tensión de descarga de efecto corona.
- 20 52. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 51, **caracterizado porque** para generar el plasma o bien, para la descarga de efecto corona, se genera una descarga de efecto corona de tensión continua, y a la descarga de efecto corona de tensión continua, se solapan los pulsos de alta tensión (66, 67).
53. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 52, **caracterizado porque** se utiliza una tasa de repetición de pulso (63) entre 10 Hz y 5 kHz, particularmente en el rango de 10 Hz a 10 kHz.
- 25 54. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 41 a 53, **caracterizado porque** el acoplamiento de energía eléctrica en el plasma, se controla principalmente mediante el ajuste de la amplitud (U), de la duración de pulso (62), y de la tasa de repetición de pulso (63) de los pulsos de alta tensión solapados.
- 30 55. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 54, **caracterizado porque** los pulsos de alta tensión (66, 67) se aplican con una duración (62) menor a 3 μ s, preferentemente menor a 1 μ s, preferentemente menor a 500 ns.
56. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 55, **caracterizado porque** se genera un plasma homogéneo y de gran volumen, con una densidad de potencia elevada, sin que se llegue a limitaciones o disrupciones del plasma.
- 35 57. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 56, **caracterizado porque** se aplica una tensión de corriente continua con un nivel tal que en el plasma sólo se conforma una descarga estable de efecto corona de corriente continua, en combinación con pulsos de alta tensión solapados.
58. Método de acuerdo con la reivindicación 57, **caracterizado porque** la tensión de corriente continua aplicada, se encuentra por debajo de aquella utilizada para un funcionamiento estable sin solapamiento de pulsos de alta tensión.
- 40 59. Método de acuerdo con la reivindicación 57 ó 58, **caracterizado porque** la amplitud total aplicada (tensión de corriente continua + amplitud de pulso) se encuentra por encima de la tensión disruptiva estática del sistema de electrodos.
60. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 57 a 59, **caracterizado porque** la amplitud total aplicada corresponde desde el doble hasta el quintuplo de la tensión disruptiva estática del sistema de electrodos.
- 45 61. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 57 a 60, **caracterizado porque** la amplitud (U) de los pulsos de alta tensión, asciende entre el 10% y el 1000% de la tensión de corriente continua aplicada.
62. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 61, **caracterizado porque** se genera un flujo de gas perpendicular al sistema de electrodos (43, 44).

63. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 28 a 62, **caracterizado porque** se genera un flujo de gas paralelo al sistema de electrodos (43, 44).

5 64. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 63, **caracterizado porque** se reducen las impurezas en la suspensión, conformadas por materiales fibrosos orgánicos, sustancias biocatalizadoras y/o microorganismos y/u otro material biológico.

65. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 24 a 64, **caracterizado porque** se reducen las impurezas que presentan adherencia.

10 66. Método de acuerdo con la reivindicación 24, **caracterizado porque** el agua de dilución (26) se procesa adicionalmente con el plasma o la descarga de gas, antes de que el agua de dilución (26) se adicione en la suspensión.

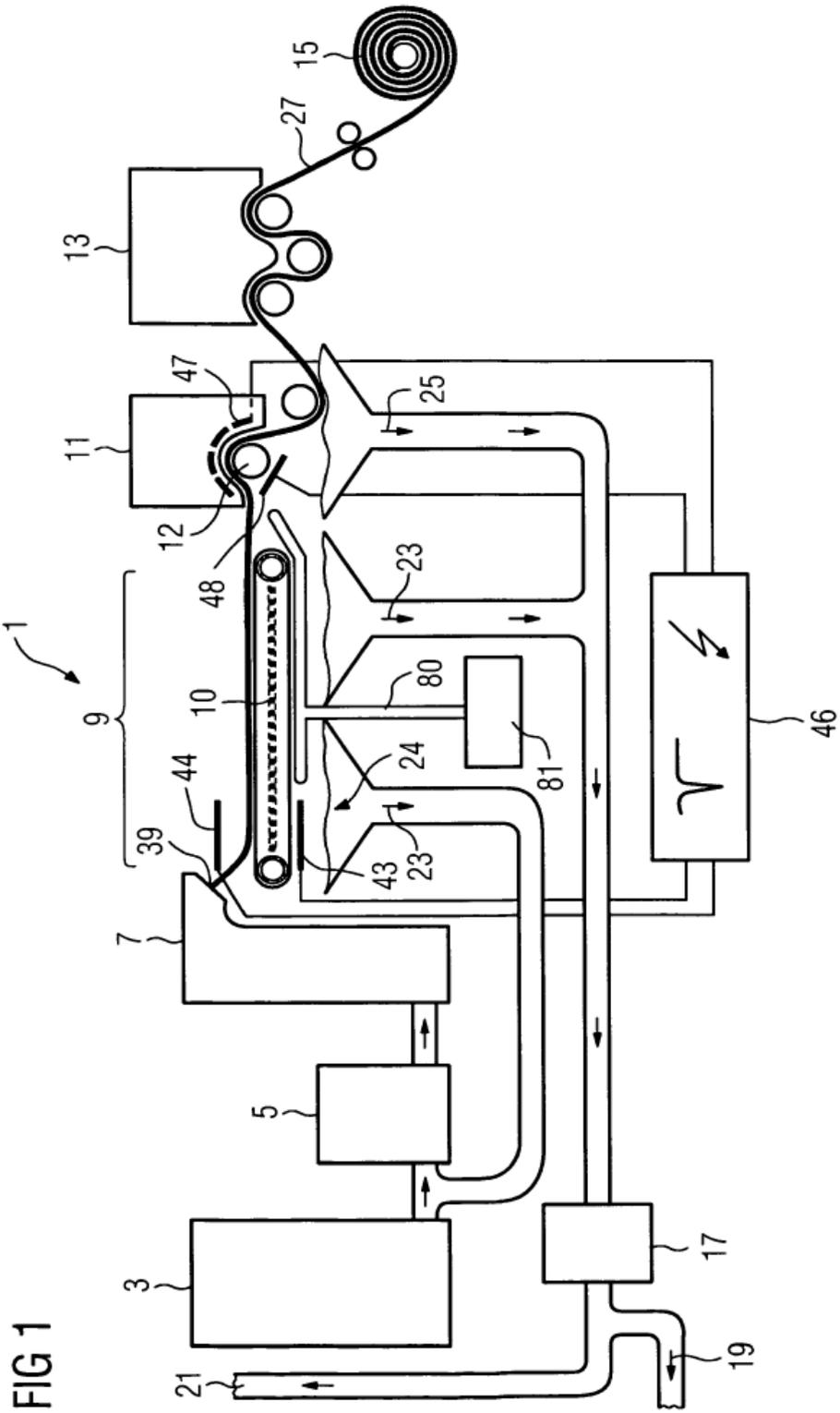


FIG 1

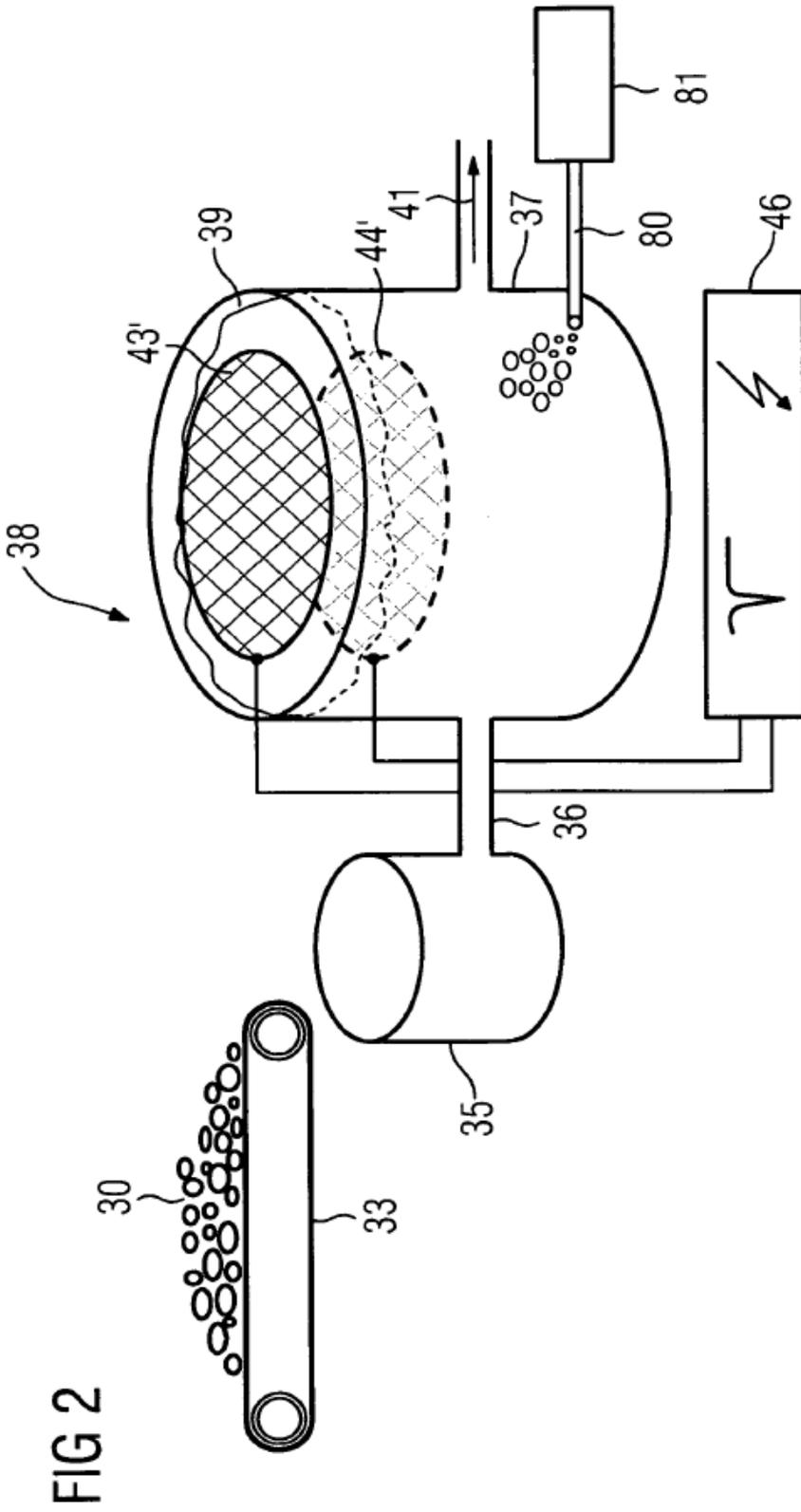


FIG 2

FIG 3

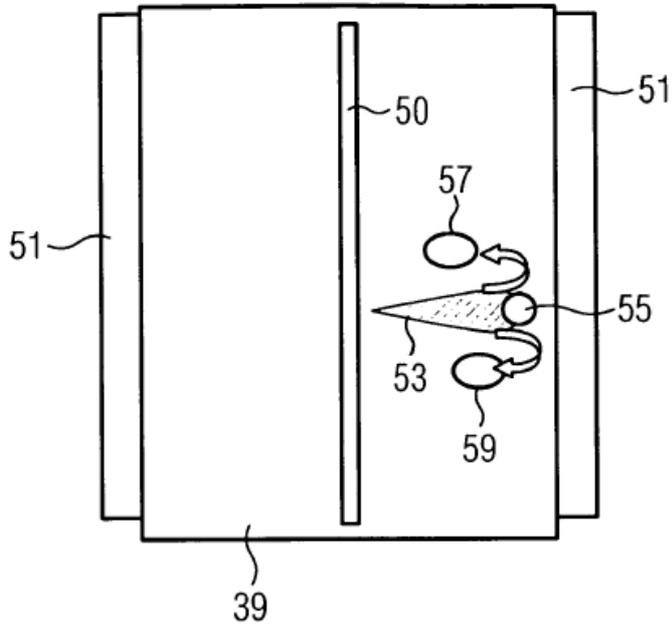


FIG 4

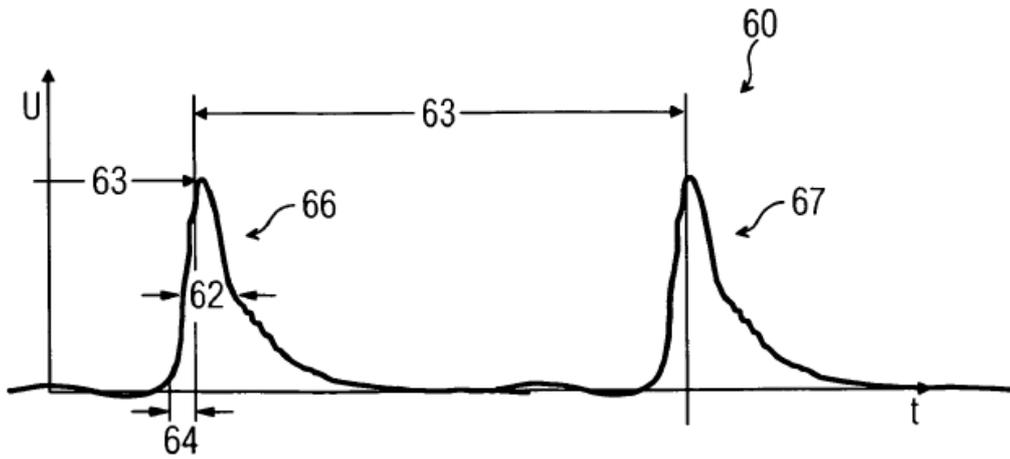


FIG 5

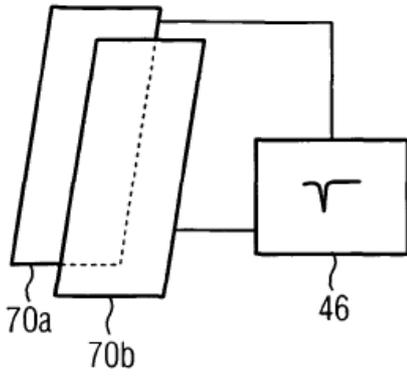


FIG 6

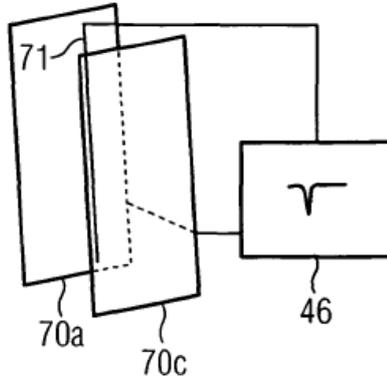


FIG 7

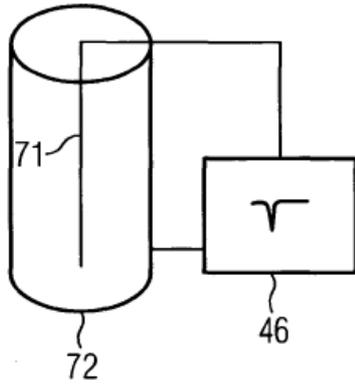


FIG 8

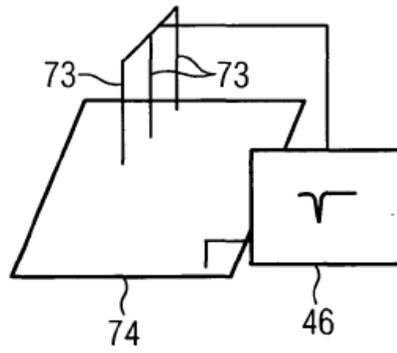


FIG 9

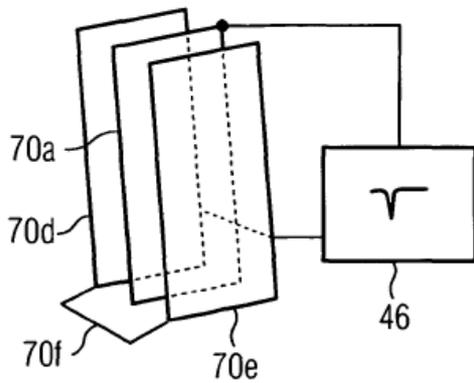


FIG 10

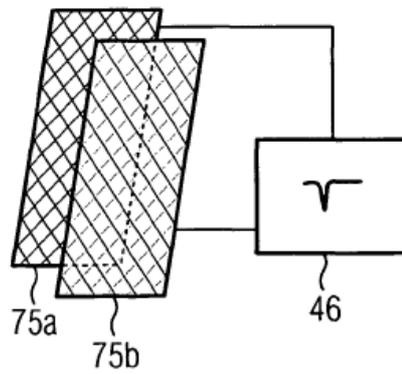


FIG 11

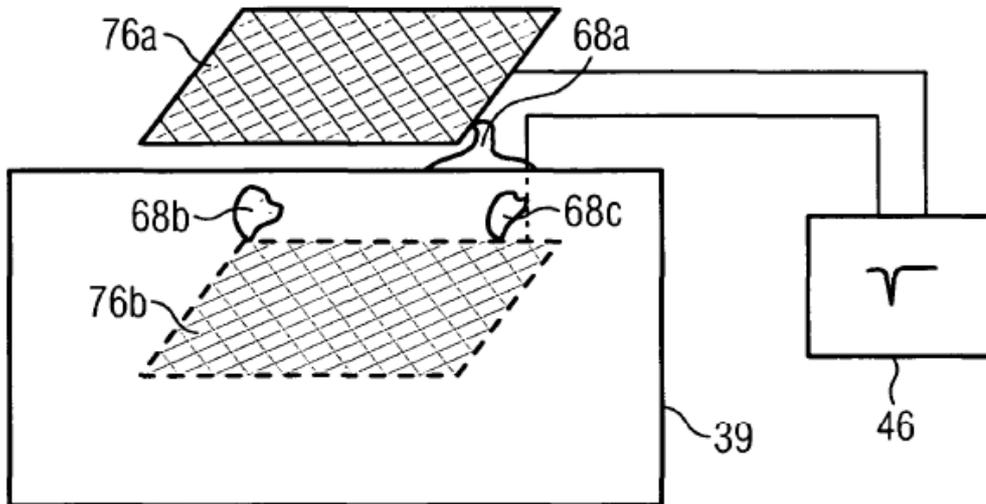


FIG 12

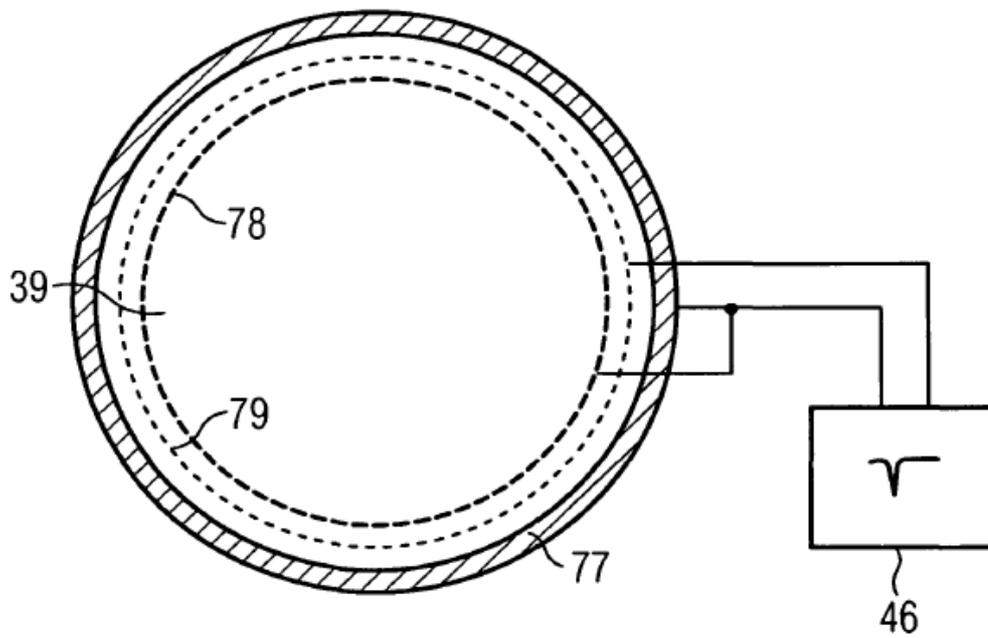


FIG 13

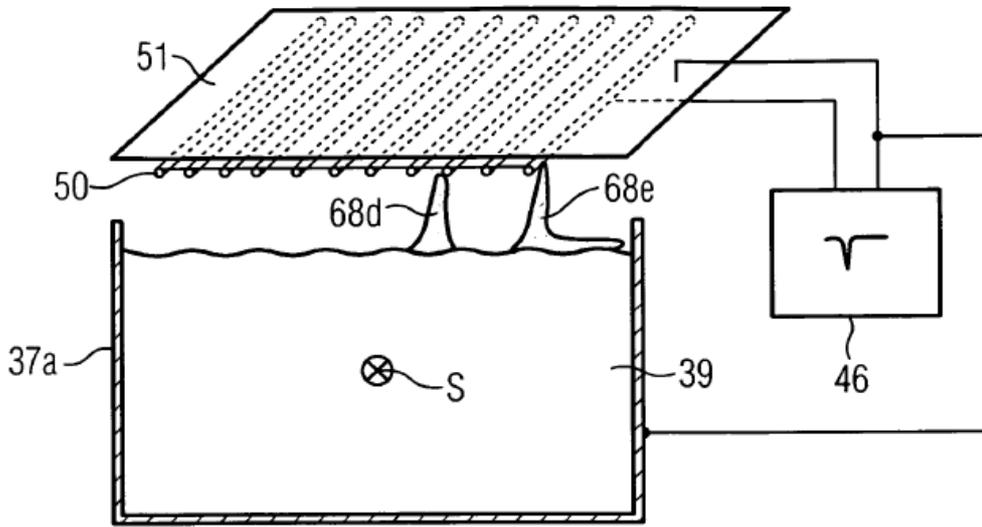


FIG 14

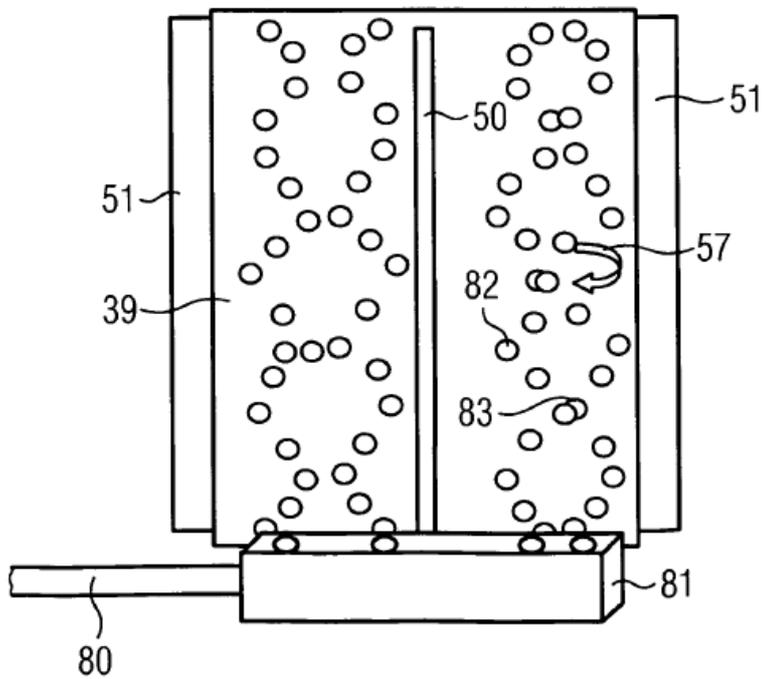


FIG 15

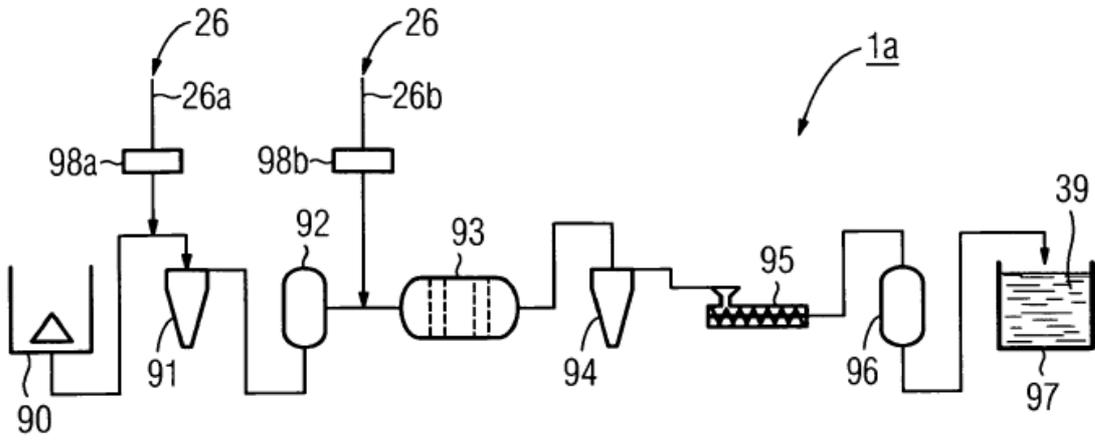


FIG 16

