



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 256**

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 Número de solicitud europea: **06763585 .4**

96 Fecha de presentación : **08.06.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1893803**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2008**

54 Título: **Método para el tratamiento de material en proceso para la producción de papel, cartón o cartulina.**

30 Prioridad: **16.06.2005 DE 10 2005 028 046**
14.10.2005 DE 10 2005 049 231

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.04.2011

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT**
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es: **Figalist, Helmut y**
Hartmann, Werner

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 356 256 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 tratamiento de material en proceso para la producción de papel, cartón o cartulina

- 5 La invención se refiere a un método para el tratamiento de un material en proceso para la producción de papel, cartón o cartulina, donde se aplica un plasma de gran superficie, preferiblemente no térmico, o una descarga gaseosa, en particular una descarga corona bajo por lo menos presión atmosférica y donde los radicales formados en la generación del plasma y/o en la descarga gaseosa actúan sobre el material en proceso.

Los métodos actualmente comunes para tratamiento y/o acabado de papel o de superficies de papel son por ejemplo

- calandrado,
- tratamiento de superficies con una prensa de pegante o película,
- 10 -cobertura de papel y/o cartón con diferentes métodos y materiales,
- revestimiento de papel en métodos de extrusión,
- laminado con otros materiales (por ejemplo películas de aluminio),
- encolado de papel y cartón,
- empapado de papel,
- 15 -blanqueado.

Un acabado ocurre bien sea integrado en una máquina de papel/cartón o sobre una instalación separada. Comúnmente, un acabado ocurre en varias etapas de un método, que se suceden unas a otras. Las siguientes propiedades de calidad son influenciadas positivamente mediante el acabado:

- 20 -propiedades ópticas, como lisura, brillo, blancura, uniformidad y contraste de un resultado de impresión realizada posteriormente,
- mejoramiento de la capacidad para dejarse imprimir por métodos modernos de impresión,
- aumento de la estabilidad del papel y de la resistencia al repelado,
- estabilidad dimensional del papel, insensibilidad frente a la humedad,
- obtención de la capacidad del papel para reciclarse.

- 25 Una multiplicidad de estos métodos mencionados de tratamiento se basa en un tratamiento con sustancias químicas. En particular, en el blanqueado de papel o bien de sus sustancias de partida se emplean en gran medida sustancias químicas para el blanqueo. Son sustancias químicas típicas para el blanqueo el cloro, dióxido de cloro, ácidos con azufre, extracción con soda cáustica, ácido, peróxido de hidrógeno y ozono. Dependiendo del método empleado, se requieren ambientes ácidos o básicos. Los métodos modernos de blanqueo emplean comúnmente diferentes etapas de
- 30 blanqueo en las cuales están para el uso diferentes sustancias químicas blanqueadores, donde cada etapa de blanqueo consiste típicamente una unidad de mezclado y una subsiguiente torre de reacción. En estos métodos tienen que transportarse, almacenarse y después de terminado el proceso también nuevamente acondicionarse o bien eliminarse en grandes cantidades los por una parte altamente venenosos (dióxido de cloro) o fuertemente corrosivos ácidos, lejías y reactivos.

- 35 A partir de "A. Mizuno et al., OH radical generation by atmospheric pressure pulsed discharge plasma and its quantitative analysis by monitoring CO oxidation, J. Phys. D : Appl. Phys. 35. (2002), 3192-3198" se conoce una generación de radicales y ozono en medios gaseosos.

- 40 Sin embargo, hasta ahora el empleo se limita a métodos para la purificación de gases de desecho, ver "Winands et al., 16th Intern. Symp. on Plasma Chemistry (ISPC 16), Taormina, Italy, June 22 - 27, 2003", o para el tratamiento superficial de tejidos (textiles) y plásticos, ver también: "Carneiro, N. et al., Industrial impact of corona plasma treatments in the wet processing of cotton materials, World Congress Textiles in the Millenium 1999, pp. 207" o "P.A.F. Herbert, E. Bourdin, New generation atmospheric pressure plasma technology for industrial on-line processing, Index'99. Nonwoven Congress, Manufacturing 1, EDANA, Geneva, CH, Apr 27-30,1999".

A partir de DE 198 36 669 A1 se conoce el empleo de plasmas atmosféricos para el tratamiento de superficies de papel.

- 45 A partir de WO 2004 101 891 A1 se conoce un método para el empleo de plasmas atmosféricos no térmicos para el tratamiento de papel. Un método similar es conocido a partir de FR 2711680. Es objetivo de la invención el empleo de sustancias químicas para la producción de papel cartón o cartulina, o reducir adicionalmente el tratamiento de materiales en proceso pertenecientes.

5 Se logra el objetivo mediante el empleo de radicales de diferente tipo o mezcla, para al menos dos tipos diferentes de materiales de proceso o en al menos dos diferentes materiales de proceso. Mediante la producción simultánea de una serie de diferentes radicales oxidantes y que generan grupos funcionales (O , OH , HO_2 , HO_2^- , O_2 , O_3 , ...) y el empleo de tales diferentes radicales en el material de proceso en diferentes sitios del proceso, puede reducir con ventaja la adición de sustancias químicas sólidas y/o líquidas en la producción de papel.

Se prefiere elegir los materiales del proceso a partir de los siguientes materiales de partida y/o productos intermedios:

- fibras secas,
- materiales fibrosos no entretejidos,
- pulpas voluminosas o suspensiones de fibra o papilla de fibras,
- 10 - pulpas acumuladas y/o distribuidas superficialmente o suspensiones de fibra o papilla de fibra,
- hojas autoformantes o formadas no prensadas, con residuos de humedad.

Los materiales del proceso antes mencionados se presentan por ejemplo como productos de partida y/o como productos intermedios en diferentes etapas del proceso dentro del proceso de producción de papel.

Es particularmente adecuado cuando las etapas del proceso son elegidas de entre las siguientes etapas:

- 15 -cocido,
- molienda,
- blanqueado,
- tamizado,
- prensado.
- 20 Con ventaja adicional se generan como radicales ozono, peróxido de hidrógeno, radicales hidroxilo, HO_2 y/o HO_2^- . Los radicales son generados preferiblemente en descargas gaseosas mediante la colisión de electrones ricos en energía con moléculas y mediante la disociación o estimulación de estas. En la disociación se liberan radicales inmediatamente, mientras que en la estimulación mediante su siguiente transición radiante se genera luz UV la cual reacciona nuevamente con aire y/o moléculas de agua y las disocia.

25 Según una primera forma preferida de operación se aplica el plasma o la descarga de gas en el blanqueado del material en proceso, de tal manera que como radicales propagados se forman ozono y/o peróxido de hidrógeno.

Según una segunda forma preferida de operar se aplican el plasma o la descarga de gas en el tamizado y/o al material de proceso distribuido de forma bidimensional o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, de tal modo que como radicales incrementados se forman OH , HO_2 y/o HO_2^- .

30 De modo ventajoso se modula o regula una tasa de generación de los radicales y/o de la mezcla de los radicales generados mediante la influencia de una amplitud, una duración de impulso y/o una tasa de repetición de impulso, de impulsos de alto voltaje. Puesto que la tasa de producción de los radicales de un proceso generado eléctricamente es muy bien controlable en tiempo real, tal método es muy económico y puede ser reajustado dentro de tiempos más cortos para diferentes resultados de tratamiento, por ejemplo mediante un algoritmo que puede ser aprendido.

35 Otra forma preferida de operación de la invención es que para la modulación y/o ajuste de la tasa de generación y/o el tipo de radicales generados, se mide una concentración de estos.

En particular es ventajoso respecto a un tratamiento en diferentes etapas del proceso, que para la modulación y/o ajuste de la tasa de generación o la mezcla de los radicales generados para diferentes tipos de materiales de proceso, se mide en cada caso otra propiedad del material de proceso, preferiblemente una propiedad de calidad, en particular opacidad, brillo, blancura, fluorescencia o punto de color.

40 Así mismo es adecuado que la concentración o bien la propiedad sean medidos "online". Respecto a una solución automatizada empleada para el método es particularmente ventajoso que pueda ser evaluada casi simultáneamente una, la medición que describe la propiedad de calidad, y por ejemplo pueda reaccionar sobre ella por una influencia de la tasa de generación.

45 Para controlar la tasa de generación de los radicales, para la regulación puede variarse la amplitud del impulso de alto voltaje a tasa constante de repetición o/y variarse la tasa de repetición del impulso de alto voltaje a amplitud constante.

Es particularmente ventajoso cuando el plasma y/o la descarga gaseosa son generados entre electrodos.

Se alcanza un incremento adicional en el resultado del tratamiento mediante el enriquecimiento con oxígeno del material de proceso en la zona donde se aplica el plasma.

- 5 Según un modo particularmente ventajoso, para la producción del plasma o bien la descarga del gas se generan entre los electrodos impulsos de alto voltaje con una duración inferior a 10 μ s. El empleo de tales cortos impulsos individuales de alto voltaje ha mostrado ser particularmente ventajoso, contra lo cual el empleo de impulsos de radiofrecuencia (RF) o de microondas o de impulsos de alto voltaje con duración de más de 10 μ s es mucho menos eficiente.

- 10 Preferiblemente para materiales de proceso con una elevada conductividad es conveniente que se apliquen impulsos de alto voltaje con una duración inferior a 3 μ s, preferiblemente inferior a 1 μ s, preferiblemente de menos de 500 ns. Impulsos de alto voltaje con una duración superior a 10 μ s, como ya se mencionó, o impulsos de alto voltaje que exhiben un flanco del impulso no suficientemente inclinado, tienen aquí como desventaja que en materiales muy conductores su energía se anula como "fracción ohmica".

Con ello es además adecuado que en una pulpa, suspensión de fibras o papilla de fibras materiales de proceso, preferiblemente en el blanqueado se emplee una duración de impulso de alto voltaje inferior a 100 ns.

- 15 Además es adecuado que en material de proceso distribuido bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas aún no prensadas, particularmente en el tamizado, se emplee una duración de impulso de alto voltaje de 100 ns a 1 μ s.

Para lograr de manera ventajosa una elevación adicional del resultado de tratamiento, en materiales del proceso distribuido bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, en particular durante el tamizado, se rodea la zona donde se ha aplicado plasma con una atmósfera enriquecida con vapor de agua.

- 20 Además, en materiales de proceso distribuidos bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, en particular durante el tamizado, se prefiere aplicar en los electrodos una amplitud correspondiente a por lo menos dos veces el valor, preferiblemente tres veces el valor de un voltaje de corte corona.

- 25 Además, es adecuado que para la generación del plasma o bien el tratamiento corona se genere una descarga corona de voltaje continuo y que a la descarga corona de voltaje continuo se superponga el impulso de alto voltaje. La superposición del impulso de alto voltaje con un voltaje continuo tiene la ventaja particular de que los impulsos de alto voltaje ricos en energía, pueden arrancar ya de un nivel de energía muy alto.

Dependiendo del período de vida o tipo o mezcla de los radicales generados, es adecuado emplear una tasa de repetición de impulsos entre 10Hz y 5kHz, en particular en el rango de 10Hz a 10kHz.

Además, preferiblemente el acople de poder de energía eléctrica en el plasma modula principalmente la regulación de amplitud, duración del impulso y tasa de repetición de impulso del impulso sobrepuesto de alto voltaje.

- 30 Es adecuado también que se genere un plasma homogéneo de gran volumen con alta densidad de potencia, sin que haya contracciones de plasma o perforaciones. Mediante la generación de un plasma "estable" puede mantenerse alta y constante la tasa de generación, por el contrario hay contracciones de plasma o perforaciones y por consiguiente desciende nuevamente la tasa de generación.

- 35 Es adecuado emplear un voltaje CD de tal intensidad que en el plasma solo se forme, en unión con los impulsos superpuestos de alto voltaje, una descarga corona CD estable.

Ventajosamente el voltaje CD empleado está por debajo del voltaje para una operación estable sin superposición de impulsos de alto voltaje.

Además es adecuado en una amplitud total empleada (voltaje CD + amplitud del impulso) esté sobre el voltaje estático de ruptura del arreglo de electrodos.

- 40 Es adecuado que la amplitud total utilizada corresponda a dos a cinco veces el potencial estático de ruptura del arreglo de electrodos.

Preferiblemente, se elige el voltaje de modo que la amplitud del impulso de alto voltaje es de entre 10 % y 1000 % del voltaje CD empleado.

- 45 En una configuración preferida, el plasma es generado en una distancia inferior a 20 cm, preferiblemente inferior a 10 cm, preferiblemente menos de 5 cm del material de proceso.

Ejemplos preferidos de operación de la invención que sin embargo en ningún caso son limitantes, son explicados ahora en más detalle mediante la ilustración. Para la aclaración la ilustración no se elabora a escala, y ciertas características son representadas sólo esquemáticamente. Las correspondientes partes están dotadas en las figuras con símbolos de referencia de las mismas. Se muestra en detalle la

- 50 FIG 1 una representación esquemática de una instalación para la producción de papel con un dispositivo de tamizado, un dispositivo de prensado y una instalación de afinado y/o secado,

FIG 2 un dispositivo de blanqueo,

FIG 3 una representación (corte) de un arreglo para la generación de radicales en plasma corona en pulpa o aire: arreglo de placas paralelas o de tubos con alambre, el cual es superpuesto a un alto voltaje pulsante,

5 FIG 4 una representación del principio de impulsos para la generación de radicales en descarga corona en aire o en medios acuosos mediante el uso de impulsos de alto voltaje cortos (típicamente $< 1 \mu s$) con alta tasa de repetición del impulso,

FIG 5 a FIG 10 arreglo de electrodos y sistema de electrodos para la generación de descargas corona: arreglos placa-placa, placa-alambre-placa, alambre-tubo coaxiales, puntas-placa, polipuntas-placa, malla-placa (tubo), malla-malla,

10 FIG 11 una descarga híbrida, donde un electrodo se encuentra completamente sobre el medio de la criba, mientras que el segundo electrodo está formado por la criba,

FIG 12 un ordenamiento de placas o malla con superficies curvadas para el ajuste de la pared del recipiente o bien empleo de ellas como electrodo, electrodos concéntricos en forma de tubos para el empleo de la tubería o torres existentes para la pulpa como recipiente de reacción,

15 FIG 13 una descarga pulsante en la zona de gas cercana a la superficie sobre el regulador de la criba con arreglo de placas y alambres múltiples, y

FIG 14 un sistema pulsante de descarga corona con alambres-tubos coaxiales, con burbujas de gas perladas, finamente distribuidas, de manera que en la zona de la descarga están presentes muy finas perlas de gas y sale predominantemente una formación de flujo en las burbujas de gas.

20 La FIG 1 muestra una representación esquemática de una instalación compleja para la producción de papel 1, como se emplea en las fábricas de papel de hoy. Su construcción y la combinación de diferentes agregados son determinadas por el tipo de calidad de papel, cartón y cartulina que van a ser producidos así como del tipo de materia prima empleada. La instalación para la producción de papel 1 tiene una extensión en el espacio de aproximadamente 10 m de ancho y aproximadamente 120 m de largo. La instalación para la producción de papel produce hasta 1400 m de papel 27 por minuto. Toma sólo unos pocos segundos desde el primer choque de la suspensión o de la pulpa 39 sobre el dispositivo de tamizado 9 hasta que el papel 27 esté listo, el cual finalmente es enrollado en un rollo 15. El material fibroso 30 (ver FIG 2) diluido con agua en una relación 1:100, es aplicado junto con sustancias auxiliares sobre el dispositivo de tamizado 9 con el tamiz 10. Las fibras se depositan juntas y una sobre otra sobre el tamiz 10. El agua de tamiz 23 puede drenar o ser aspirada por medio de varias zonas de cámaras de aspiración 24. De esta manera surge una unión homogénea de fibras la cual es deshidratada adicionalmente mediante la presión mecánica en un dispositivo de prensado 11 y con ayuda de vapor caliente. El proceso total de producción de papel se subdivide en ello esencialmente en las zonas de preparación del material, máquina de papel, refinado y dotación.

35 El papel usado y por regla general también la celulosa llegan a una fábrica de papel en forma seca, mientras que la pulpa de madera normalmente es generada en la misma fábrica y es bombeada a la central de materiales 3 como mezcla de agua/fibra, por consiguiente como una suspensión de material fibroso no entretrejido. El papel usado y la celulosa 30 (ver FIG 2) son asimismo disueltos por adición de agua en una pila de fibras 35 (FIG 2). Los componentes extraños al papel son dejados salir sobre diferentes agregados de clasificación (no representados aquí). En la central de materiales 3 ocurre, dependiendo del tipo de papel deseado, la mezcla de las diferentes materias primas. Aquí también se añaden las sustancias auxiliares y de relleno, las cuales sirven para el mejoramiento de la calidad del papel y el aumento de la productividad.

La alimentación de pasta 7 de la instalación para la producción de papel 1 distribuye homogéneamente la suspensión de material fibroso sobre el ancho total del tamiz. Al final del dispositivo de tamizado 9, el rollo de papel 27 contiene todavía aproximadamente 80 % de agua.

45 En el dispositivo de prensado 11 ocurre mediante la presión mecánica un proceso adicional de deshidratado. En ello, el rollo de papel 27 es conducido por medio de un paño de fieltro sin fin absorbente entre rodillos de acero, granito o ebonita, y con ello deshidratado. Una parte del agua del tamiz 23 recogida mediante la zona de cámara de aspiración 24 es transportada hasta un clasificador 5 y otra parte es recirculada hasta un recogedor de pulpa 17. Al dispositivo de prensado 11 está conectada una instalación de secado 13. El agua remanente que queda es evaporada en la instalación de secado 13. El rollo de papel 27 pasa en forma de deslizadero por varios cilindros de secado calentados por vapor. Al final, el rollo de papel 27 tiene un bajo porcentaje de humedad. El vapor de agua generado en la instalación de secado 13 es aspirado y conducido a una instalación de recuperación de calor no representada.

50 Para un tratamiento de la suspensión de fibra 39 como primer material de proceso de acuerdo al método acorde con la invención, están dispuestos en un primer ejemplo de operación entre la alimentación de pasta 7 y la zona del comienzo del dispositivo de tamizado 9, un primer electrodo 43 debajo del dispositivo de tamizado 9 y un segundo electrodo 44 sobre el dispositivo de tamizado 9. Los electrodos 43 y 44 están dispuestos de modo que la suspensión de fibra 39 distribuida bidimensionalmente pasa entre ellos. Con ello, para el tratamiento de la suspensión de fibra 39 puede

generarse un plasma de gran superficie a presión atmosférica en la inmediata proximidad de la suspensión de fibras 39, los electrodos 43 y 44 están unidos a un generador 46 de impulso de alto voltaje. Con este generador de impulso de alto voltaje se produce entre los electrodos 43 y 44 un plasma voluminoso con una gran sección transversal y con alta densidad de potencia. Con esto se distribuye una densidad del plasma de forma homogénea sobre la zona de tratamiento, la cual está cubierta por los electrodos 43 y 44. De acuerdo con la invención, este plasma voluminoso con alta densidad de potencia es generado de modo que se superpone a una descarga corona CD intensa, de impulsos de alto voltaje y corta duración, con una alta tasa de repetición de impulso típicamente de 1 kHz. Mediante esta forma de funcionamiento se genera un plasma homogéneo voluminoso con una alta densidad de potencia, sin que durante las descargas corona CD ocurran contracciones conocidas del plasma.

Para apoyar el efecto del tratamiento ejercido por el plasma voluminoso frío sobre la suspensión de fibra, puede introducirse en el espacio de tratamiento entre los electrodos 43 y 44, dado el caso, por medio de un distribuidor de gas 81 por una conducción de gas 80, oxígeno con argón como gas de soporte. Con la ayuda de la mezcla oxígeno-argón se generan de modo particularmente ventajoso radicales hidroxilo. Los radicales hidroxilo son particularmente agresivos y oxidantes, con lo cual se alcanza un efecto de blanqueado de la suspensión de fibra que permanece solo unos pocos segundos en la zona de tratamiento entre los electrodos 43 y 44.

En forma análoga a lo anteriormente descrito, con un sistema de electrodos 47, 48 se genera, como segundo tipo de material de proceso, en el dispositivo de prensado 11 un plasma de gran superficie para el tratamiento del rollo de papel 27. El primer electrodo 47 en el dispositivo 11 está construido como un electrodo de malla semicircular. Por el diseño semicircular del electrodo 47, el recorrido del rollo de papel puede continuar sobre un rodillo de transporte 12. El segundo electrodo 48 en el dispositivo de prensado 11 está acondicionado como un electrodo de placa y arreglado de tal modo que el rodillo de transporte 12 puede ser operado entre los electrodos 47 y 48. Para estimular aquí también la formación de radicales en el plasma puede aquí también hacerse incidir una mezcla de oxígeno-argón en la zona de tratamiento de plasma mediante el distribuidor de gas 81 con la conducción de gas 80.

El procedimiento de prensado condensa la estructura del papel, influye de una manera determinante en una mayor estabilidad y una calidad de la superficie. Mediante el tratamiento del papel prensado con plasma frío, en particular con los radicales generados, se modifica adicionalmente la estructura molecular de la superficie del papel. Aumenta la estabilidad del papel 27 y mejora la capacidad para ser estampado.

Con los arreglos consabidos de los electrodos 43 y 44 así como 47 y 48 es posible, según el método acorde con la invención, conducir el rollo de papel 27 entre los generadores de descarga. Un generador es una forma especial de una nube de plasma que se desplaza en forma lineal o un canal de descarga ubicado en el desarrollo, que se forma a raíz de la alta intensidad estimulada de campo externo. Una formación de tal generador tiene lugar dentro de menos de 10 ns y se convierte muy rápido en un canal térmico de penetración. El arreglo consabido de los sistemas de electrodos, donde el rollo de papel 27 se encuentra entre los electrodos usados para el generador de descarga, es particularmente ventajoso puesto que el papel 27 actúa para ello parcialmente como una barrera dieléctrica por lo cual se retarda o reprime la transición de la ruptura del generador.

FIG 2 muestra un dispositivo de blanqueo 38 de la misma instalación 1, en el que se transporta una materia prima 30, en particular celulosa, como tercer ejemplo de material de proceso, sobre una banda transportadora 33 a una pila de fibra 35. En la pila de fibra 35 se mezcla la materia prima 30 con agua y se bombea por una conducción tubular 36 a una pila de blanqueo 37. Un primer electrodo 43' y un segundo electrodo 44' son operados en cada caso como un electrodo de malla de área circular. El primer electrodo 43' está dispuesto en el espacio de gas de la suspensión 39 de fibras de celulosa colocadas en la pila de blanqueo 37. El segundo electrodo 44' está dispuesto en el interior de la pila de blanqueo 37 y con ello está completamente cubierto por la suspensión 39 de fibras de celulosa. Entre los dos electrodos 43' y 44' se genera un plasma frío de gran superficie por medio del generador de impulso de alto voltaje 46.

Mediante un tratamiento directo con el plasma frío de la suspensión 39 de fibras de celulosa, se generan en la suspensión 39 preferiblemente los radicales $\text{OH}^\cdot$, $\text{HOO}^\cdot$, O , O_3 . Estos radicales provocan una reacción química de blanqueo. El generador 46 de impulso de alto voltaje es operado de tal manera que genera un impulso de alto voltaje con una duración típica de 1 μs entre los electrodos 43' y 44'. Un voltaje necesario para la generación de radicales y ozono en la suspensión de fibras de celulosa está en aproximadamente 100 kV. Los impulsos de alto voltaje se superponen al voltaje CD y forman de esta manera una amplitud total de unos 10 kV a 100 kV. Mediante el tratamiento de la suspensión 39 de fibras de celulosa con una descarga eléctrica fría, es decir el plasma, se generan in-situ los radicales. De esta manera, pueden aplicarse grandes cantidades totales de radicales en la suspensión 39. Los radicales son generados además finamente distribuidos en la suspensión, de modo que también puede reducirse el costo que hasta ahora se necesitaba para la mezcla de las sustancias químicas con la suspensión.

Para una mejora adicional del proceso de blanqueo se introduce en la pila de blanqueo 37 mediante una conducción de gas 80 una mezcla de oxígeno-argón, la cual fue preparada en un distribuidor de gas 81.

FIG 3 muestra una representación en corte de un recipiente de blanqueo, alternativo a la FIG 2. En el centro del recipiente de blanqueo está dispuesto un electrodo de alto voltaje 50. La carcasa exterior del recipiente de blanqueo está preparada como un contraelectrodo 51. En el recipiente de blanqueo se encuentra una suspensión de fibras de celulosa 39. Entre los electrodos 50 y 51 se representa un generador 53. Los radicales son originados en el generador

de modo que electrones ricos en energía chocan con moléculas y mediante ello se disocian o activan. En la disociación se liberan inmediatamente radicales 59, mientras que en la activación son generados mediante un paso subsiguiente de luz de transición UV radiante. Estos generados mediante luz UV reaccionan nuevamente con moléculas de agua y las disocian.

5 En la FIG 4 se representa el curso del voltaje de los impulsos de alto voltaje aplicados. Un primer impulso 66 y un segundo impulso 67, con en cada caso una amplitud de impulso 62, exhiben un intervalo de un tiempo de repetición de pulso 63. En las abscisas se indica el tiempo en ms y en las ordenadas se indica el voltaje en kV. Las unidades son elegidas arbitrariamente. Un nivel de aproximadamente 10 kV del voltaje CD desciende conjuntamente con las abscisas representadas. El voltaje de impulso representado es de este modo el voltaje CD superpuesto. Los impulsos 66 y 67 exhiben una amplitud de pulso 62 menor a 1 μ s, donde los impulsos 66, 67 tienen un flanco fuertemente ascendente con un tiempo de ascenso 64 y un flanco que cae de manera menos inclinada. El tiempo de repetición de pulso 63 está típicamente entre 10 μ s y 100 ms.

10 En ello los impulsos individuales 66, 67 tienen tal amplitud total que sobre la tensión continua predeterminada se alcanza además una densidad de energía predeterminada. Como se mencionó, el tiempo de elevación de pulso 64 es en ello corto en comparación con el tiempo de descenso de pulso. Mediante tal tipo de impulsos se logra que pueda evitarse la perforación eléctrica, la cual conduciría a distorsiones espaciales y temporales en la distribución homogénea de densidad del plasma.

15 FIG 5 a FIG 10 muestran ejemplos de otros sistemas de electrodos para la generación de descargas corona en medios preferiblemente acuosos. En la FIG 5 se representa un arreglo placa-placa de una primera placa 70a como electrodo y la segunda placa 70b como electrodo. La primera placa 70a y la segunda placa 70b están dispuestas paralelamente una respecto a la otra. La primera placa 70a forma el electrodo de alto voltaje y está unida con un cable de alto voltaje al generador de impulsos de alto voltaje 46. La segunda placa 70b forma el contraelectrodo y está unida como electrodo puesto a tierra junto con el generador de impulso de alto voltaje 46.

20 En la FIG 6 se representa un arreglo correspondiente con electrodos planos especiales de placa. Existen nuevamente dos electrodos macizos de placa 70a y 70c a intervalo fijo, donde por el centro pasa un electrodo de alto voltaje 71. En este arreglo placa-alambre-placa, el electrodo de alto voltaje 71 es construido como alambre macizo y une el generador de impulso de alto voltaje 46 con la salida de alto voltaje. Las placas 70a, 70c puestas a tierra están asimismo unidas con el generador de impulsos de alto voltaje.

25 La FIG 7 muestra un arreglo alambre -tubo como sistema de electrodos. En un electrodo 72 de forma cilíndrica, sobresale en la mitad un electrodo de alto voltaje 71. Como en la FIG 6, el electrodo de alto voltaje 71 está construido como alambre macizo y está unido con el generador de impulso de alto voltaje 46. El electrodo 72 de forma cilíndrica, el cual está diseñado preferiblemente como una red de alambre, está puesto a tierra unido con el generador de impulsos de alto voltaje 46.

30 La FIG 8 muestra un arreglo de aguja-placa como sistema de electrodos. En el ejemplo mostrado están unidas tres agujas 73 con el generador de impulsos de alto voltaje 46 mediante una conducción de alto voltaje. Las agujas 73 están dispuestas de manera perpendicular a un electrodo de placas 74 puesto a tierra. La distancia de los electrodos de agujas 73 hasta el electrodo de placa 74 es ajustable y puede con ello ajustarse a diferentes condiciones de proceso.

35 La FIG 9 muestra un arreglo de sistema de electrodos, el cual incluye 3 placas 70a, 70d y 70e. La primera placa 70a, la cual está unida como electrodo de alto voltaje con el generador de impulso de alto voltaje 46, está dispuesta en la mitad entre dos placas macizas 70d y 70e. Las placas 70a y 70b están unidas sobre un conector de placas 70f. Puesto que la placa 70d está puesta a tierra como contraelectrodo unida al generador de impulso de alto voltaje 46, la placa 70e sobre el conector de placas 70f tiene asimismo la función de un contraelectrodo puesto a tierra.

40 La FIG 10 muestran un sistema de electrodos como arreglo malla-malla. De forma análoga a la FIG 5 están aquí en forma paralela y frente a frente una primera malla 75a y una segunda malla 75b. La primera malla 75a forma con ello el electrodo de alto voltaje y está unida con el generador de impulsos de alto voltaje 46. La segunda malla 75b forma el contraelectrodo puesto a tierra y está unida con el generador de impulso de alto voltaje 46.

45 Para todos los ordenamientos de electrodos mostrados, respecto a una elevación de un resultado de tratamiento o de un proceso de blanqueo, es ventajoso que se genere una corriente de gas de manera perpendicular al arreglo de los electrodos. Así mismo, es adecuado que se genere una corriente de gas de manera paralela al ordenamiento de los electrodos.

50 Con el arreglo de la FIG 11 se genera una descarga híbrida, donde un electrodo 75a se encuentra completamente por fuera de una pulpa 39 que va a ser blanqueada y un segundo electrodo 76b está total o parcialmente sumergido en la pulpa 39. El electrodo 76a es operado como un electrodo de malla y forma el electrodo de alto voltaje, el cual está unido al generador de impulso de alto voltaje 46. También, el contraelectrodo 76b puesto a tierra es operado como un electrodo de malla y está unido al generador de impulso de alto voltaje.

55 En la FIG 12 se representa una tina de blanqueo con una pared de recipiente 77. Para la tina de blanqueo se emplea un arreglo de placas o de malla con superficies curvadas para el ajuste sobre las paredes del recipiente o bien el empleo

5 de las paredes del recipiente como electrodo. Un electrodo de alambre múltiple 79 está dispuesto como electrodo concéntrico, el cual sigue el curso de la pared 77 del recipiente y está conectado con el generador de impulso de alto voltaje 46. Dos contraelectrodos están uno frente a otro: por un lado la pared 77 del recipiente y por otro un electrodo de placas 78. El electrodo de alto voltaje 79 está dispuesto libre de contacto entre la pared 77 del recipiente y el electrodo de placas 78. La pared 77 del recipiente y el electrodo de placas 78 están unidos uno a otro por la electricidad que conducen, y forman con ello los electrodos puestos a tierra, los cuales están unidos con el generador de impulsos de alto voltaje 46.

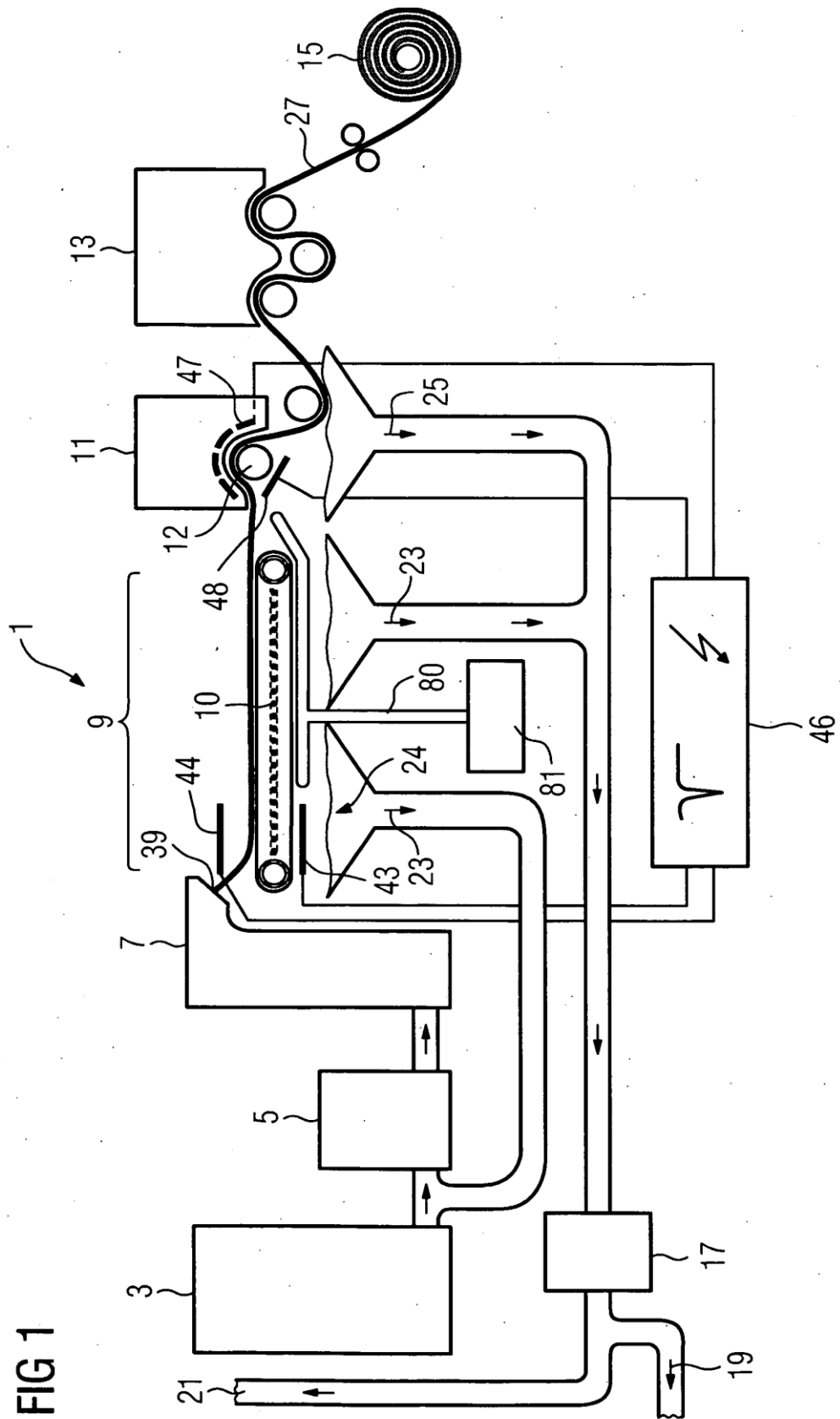
10 Para generar descargas pulsantes en el espacio de cabeza cercano a la superficie sobre la pulpa 39, se representa en la FIG 13 otro arreglo de electrodos. Un electrodo de alto voltaje 50 incluye varios electrodos de barra unidos eléctricamente unos a otros y está dispuesto en el espacio de cabeza cercano a la superficie de la pulpa 39 de tal manera que sus barras tienen un curso paralelo a la superficie. Un contraelectrodo 51 está construido como placa maciza y está dispuesto de manera equidistante sobre la superficie total del electrodo de alto voltaje 50.

15 La FIG 14 muestra un sistema de descarga corona en una solución acuosa o pulpa 39. El sistema de electrodos está formado de manera análoga a la FIG 3 como un sistema coaxial de electrodos y alambres. El electrodo de alto voltaje 50 está dispuesto de manera coaxial al contraelectrodo 51, el cual forma la pared del recipiente. Para apoyar el efecto blanqueador, se introducen a la zona de descarga, por la tubería de gas 80 por medio de un distribuidor de gas 81, perlas muy finas de gas. En las burbujas de gas 82 y 83 se forman preferiblemente los generadores mencionados en la FIG 3. A causa de las descargas del generador se forman oxidantes 57. De este modo, se generan en la suspensión determinados radicales.

REIVINDICACIONES

1. Método para el tratamiento de un material de proceso en la producción de papel (27), cartón o cartulina, donde se aplica un plasma de gran superficie, preferiblemente no térmico, o una descarga gaseosa, en particular una descarga corona bajo por lo menos presión atmosférica y radicales formados (59) en la generación del plasma y/o la descarga gaseosa que actúan sobre el material de proceso, **caracterizado porque** se emplean radicales (59) de diferentes clase o composición para por lo menos dos tipos diferentes de materiales de proceso o en por lo menos dos diferentes materiales de proceso.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los materiales de proceso son elegidos de entre los siguientes materiales de partida y/o productos intermedios:
 - fibras secas,
 - materiales fibrosos no entretejidos,
 - pulpas voluminosas o suspensiones de fibra o papilla de fibras (39),
 - pulpas acumuladas y/o distribuidas superficialmente o suspensiones de fibra o papilla de fibra (39),
 - hojas autoformantes o formadas no prensadas, con residuos de humedad.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** las etapas de proceso son elegidas de entre las siguientes etapas:
 - cocción,
 - molienda,
 - blanqueado,
 - tamizado,
 - prensado.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** como radicales (59) se generan ozono (O_3), peróxido de hidrógeno (H_2O_2), radicales hidroxilo (OH), HO_2 y/o HO_2^- .
5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** en el blanqueado del material de proceso se aplica la descarga gaseosa de modo que como radicales (59) se forman ozono (O_3) incrementado y/o peróxido de hidrógeno (H_2O_2).
6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** en el tamizado y/o en materiales de proceso distribuidos bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, se aplican el plasma o la descarga gaseosa de modo que se forman como radicales (59) OH, HO_2 y/o HO_2^- propagados.
7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la tasa de generación de radicales (59) y/o la composición de los radicales generados (59) es modulada y/o regulada por la influencia de una amplitud (U), una duración del impulso (62) y/o una tasa de repetición de impulso (63) de impulsos de alto voltaje (66,67).
8. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** para la regulación y/o la modulación de la tasa de generación y/o el tipo de los radicales generados (59) se mide una concentración de los radicales generados (59).
9. Método según las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizado porque** para la regulación y/o la modulación de la tasa de generación o la composición de los radicales generados (59) para diferentes tipos de materiales de proceso, se mide en cada caso otra propiedad del material de proceso, preferiblemente una propiedad de calidad, en particular su opacidad, brillo, blancura, fluorescencia o punto de color.
10. Método según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado porque** la concentración o bien la propiedad son medidas "online".
11. Método según una de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado porque** para la regulación se modifican la amplitud (U) de los impulsos de alto voltaje (66,67) a tasa constante de repetición (63).
12. Método según una de las reivindicaciones 7 a 11, **caracterizado porque** para la regulación se modifica la tasa de repetición (63) de los impulsos de alto voltaje (66,67) a amplitud constante (U).
13. Método según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el plasma o bien la descarga gaseosa son generados entre electrodos (43, 44).

14. Método según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** la zona donde se aplica plasma se enriquece con oxígeno el material de proceso.
15. Método según una de las reivindicaciones 7 a 14, **caracterizado porque** entre los electrodos (43,44) se generan impulsos de alto voltaje (66,67) con una duración (62) inferior a 10 μ s.
- 5 16. Método según la reivindicación 15, **caracterizado porque** los impulsos de alto voltaje (66,67) son aplicados con una duración de impulso (62) inferior a 3 μ s, preferiblemente inferior a 1 μ s, preferiblemente menor a 500 ns.
17. Método según las reivindicaciones 15 o 16, **caracterizado porque** en una pulpa (39), una suspensión de fibras o una papilla de fibras como material de proceso, en el blanqueado se aplica preferiblemente una duración de impulso de alto voltaje (62) inferior a 100 ns.
- 10 18. Método según una de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado porque** en el material de proceso distribuido bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, en particular durante el tamizado, se aplica una duración de impulso de alto voltaje (62) de 100 ns a 1 μ s.
19. Método según una de las reivindicaciones 1 a 18, **caracterizado porque** en el material de proceso distribuido bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, en particular durante el tamizado, se rodea la zona a la que se ha aplicado plasma con una atmósfera enriquecida con vapor de agua.
- 15 20. Método según una de las reivindicaciones 7 a 19, **caracterizado porque** en el material de proceso distribuido bidimensionalmente o en hojas autoformantes o formadas no prensadas, en particular durante el tamizado se aplica en los electrodos una amplitud (U) correspondiente a por lo menos dos veces el valor, preferiblemente por lo menos tres veces el valor de un voltaje de corte corona.
- 20 21. Método según una de las reivindicaciones 7 a 20, **caracterizado porque** para la generación del plasma o bien el tratamiento corona se genera una descarga corona de voltaje continuo y se superponen la descarga corona de voltaje continuo y el impulso de alto voltaje (66,67).
22. Método según una de las reivindicaciones 7 a 21, **caracterizado porque** se emplea una tasa de repetición de impulsos (63) entre 10Hz y 5kHz, en particular en el rango de 10Hz a 10kHz.
- 25 23. Método según una de las reivindicaciones 7 a 22, **caracterizado porque** el acople de poder de energía eléctrica en el plasma es modulado principalmente por la regulación de amplitud (U), duración del impulso (62) y tasa de repetición del impulso (63) del impulso superpuesto de alto voltaje.
24. Método según una de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado porque** se genera un plasma homogéneo de gran volumen con alta densidad de potencia sin que haya contracciones de plasma o perforaciones.
- 30 25. Método según una de las reivindicaciones 1 a 24, **caracterizado porque** se emplea un voltaje CD de tal altura que, en unión con los impulsos superpuestos de alto voltaje, en el plasma se forma una descarga corona CD.
26. Método según una de las reivindicaciones 7 a 25, **caracterizado porque** el voltaje CD empleado está bajo aquel usado para una operación estable sin superposición de impulsos de voltaje.
27. Método según una de las reivindicaciones 13 a 26, **caracterizado porque** la amplitud total empleada (voltaje CD + amplitud de impulso) está sobre el voltaje estático de ruptura del arreglo de electrodos.
- 35 28. Método según la reivindicación 27, **caracterizado porque** la amplitud total empleada corresponde a dos a cinco veces el voltaje estático de ruptura del arreglo de electrodos.
29. Método según las reivindicaciones 26 a 28, **caracterizado porque** la amplitud (U) del impulso de alto voltaje es de 10% y 1000% del voltaje CD empleado.
- 40 30. Método según una de las reivindicaciones 1 a 29, **caracterizado porque** el plasma es generado a una distancia inferior a 20 cm, preferiblemente inferior a 10 cm, preferiblemente inferior a 5 cm, del material de proceso.



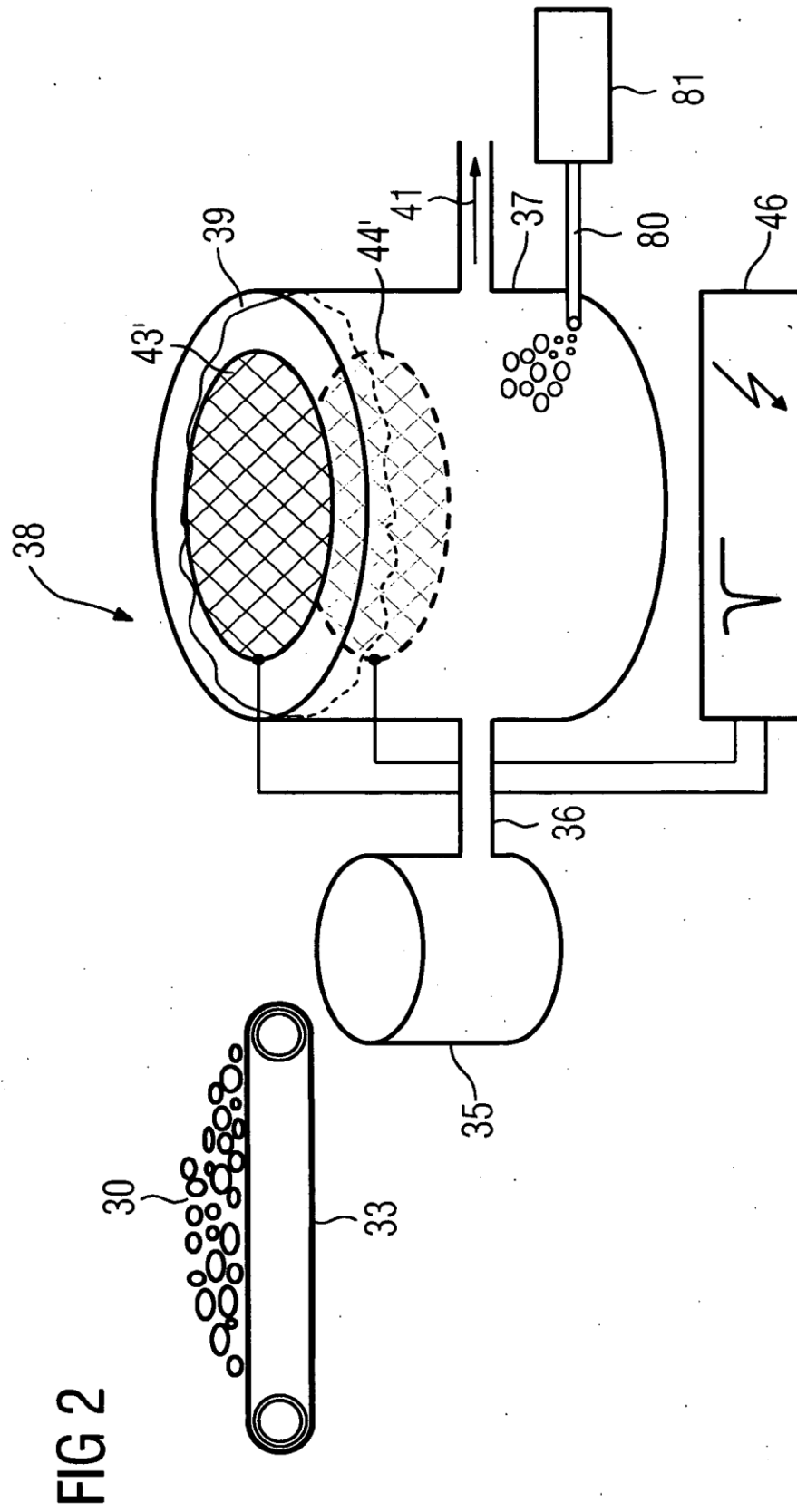


FIG 3

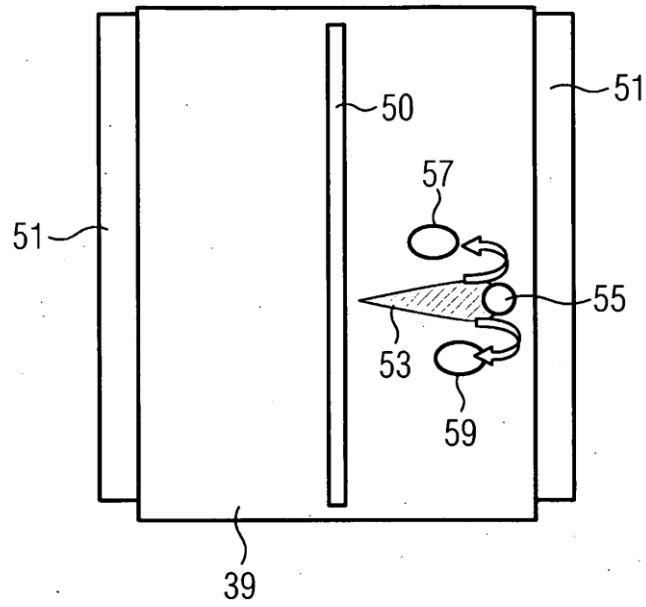


FIG 4

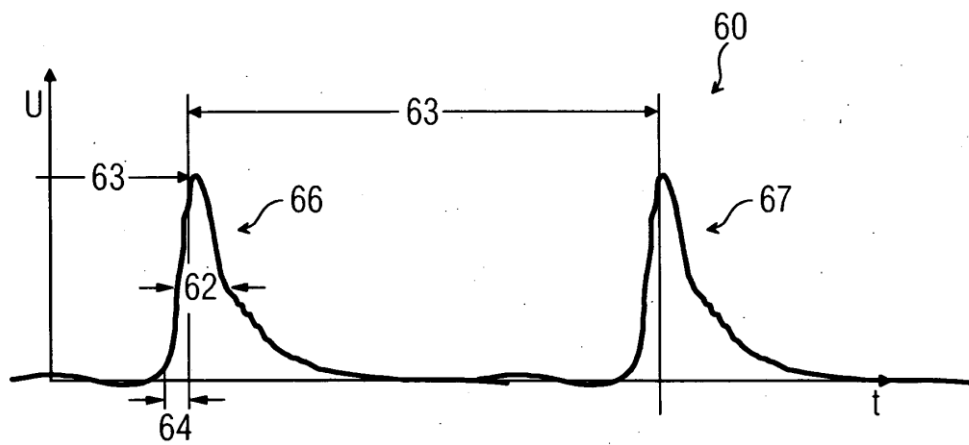


FIG 5

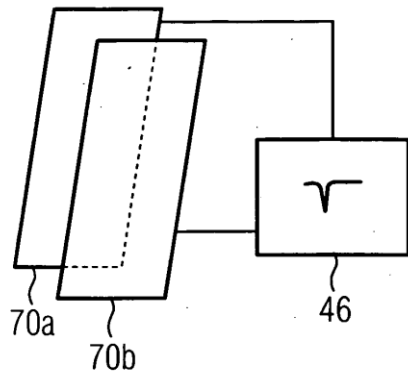


FIG 6

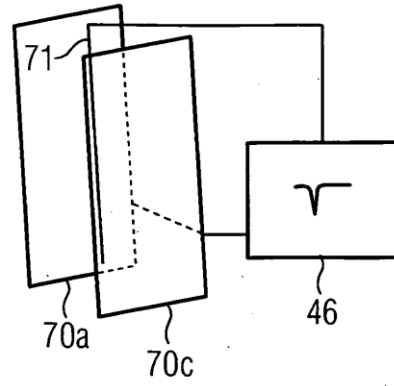


FIG 7

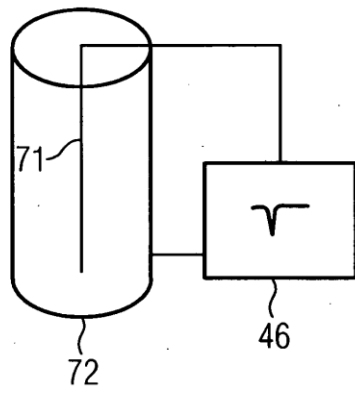


FIG 8

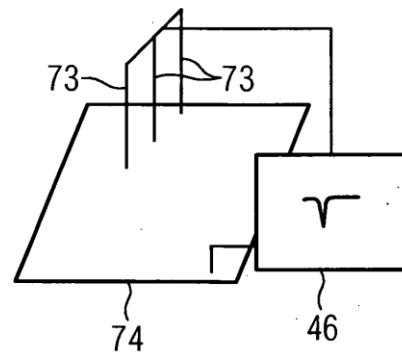


FIG 9

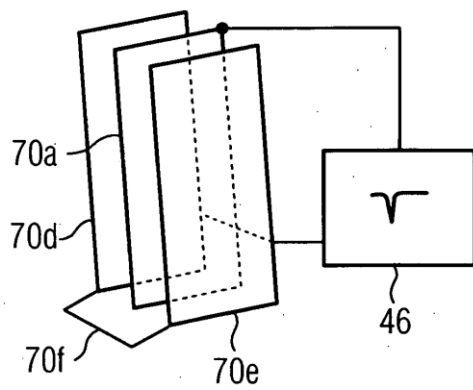


FIG 10

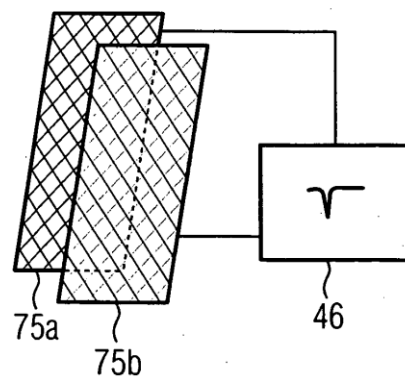


FIG 11

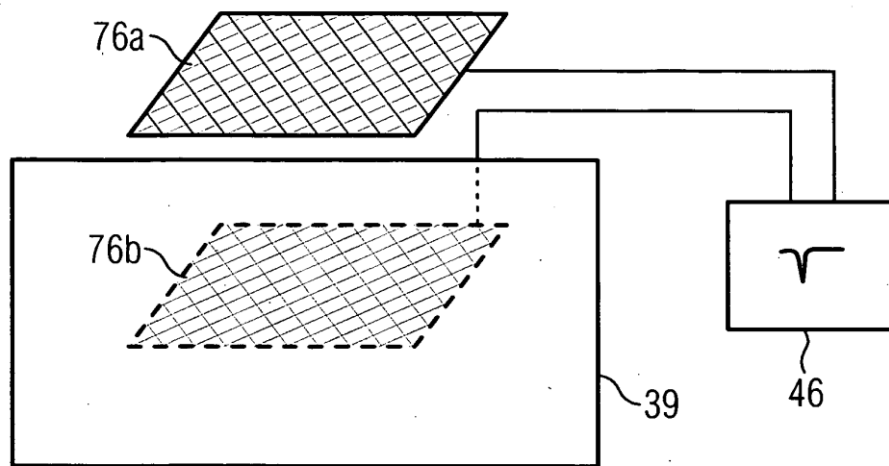


FIG 12

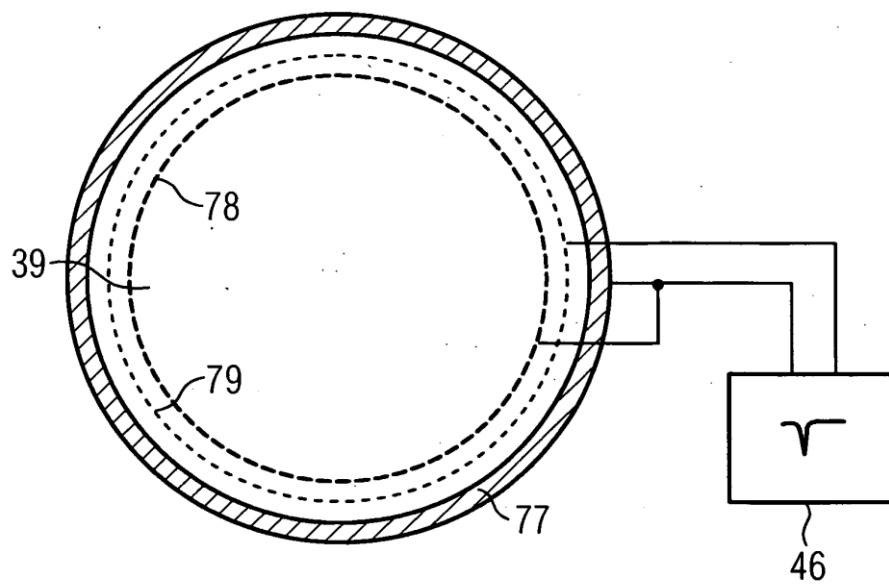


FIG 13

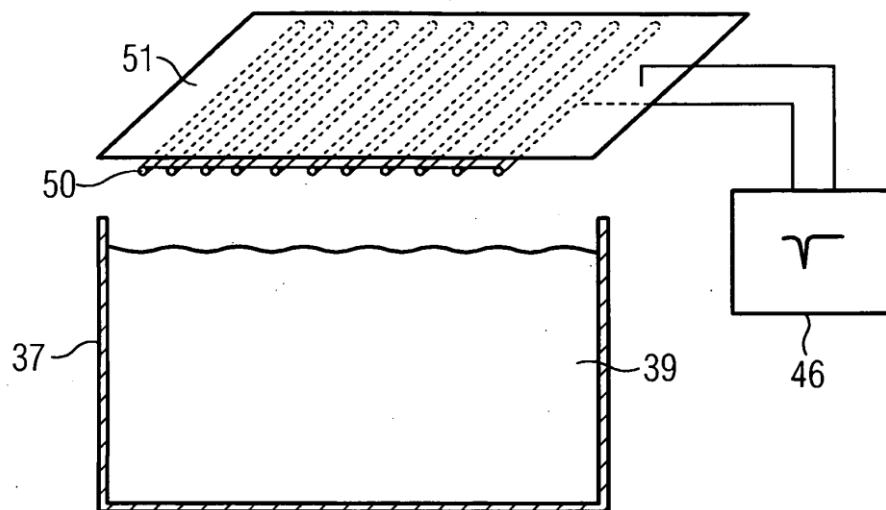


FIG 14

