

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 404**

51 Int. Cl.:

C01B 33/141 (2006.01)

D21H 17/68 (2006.01)

C01B 33/143 (2006.01)

C01B 33/146 (2006.01)

D21H 21/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2000 E 05109878 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 1619171**

54 Título: **Soles basados en sílice**

30 Prioridad:

04.05.1999 EP 99850074

04.05.1999 US 132359 P

06.05.1999 SE 9901687

29.10.1999 EP 99850160

29.10.1999 US 162445 P

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

14.03.2017

73 Titular/es:

AKZO NOBEL N.V. (100.0%)

P.O. Box 9300

6800 SB Arnhem, NL

72 Inventor/es:

PERSSON, MICHAEL;

DAHLGREN, MAJ-LIS y

TOKARZ, MAREK

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 605 404 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

Soles basados en sílice

El presente invento se refiere generalmente a soles basados en sílice apropiados para ser utilizados en la fabricación de papel. Más particularmente, el invento se refiere a soles basados en sílice y partículas basadas en sílice, su producción y su uso en la producción de papel. El proceso de este invento proporciona partículas basadas en sílice y soles que contienen partículas basadas en sílice con elevada capacidad de drenaje y de retención, elevada estabilidad y alto contenido de sólidos.

Antecedentes

En la técnica de la fabricación de papel, se alimenta una suspensión acuosa que contiene fibras celulósicas, y cargas opcionales y aditivos, denominada pasta de papel, en una caja de cabeza que expulsa la pasta de papel sobre una cinta sinfín de conformación. Se drena el agua de la pasta de papel a través de la cinta sinfín de conformación, de manera que se forma una banda húmeda de papel sobre la cinta sinfín, y posteriormente se deshidrata y se seca la banda de papel en la sección de secado de la máquina de papel. De manera convencional, se introducen coadyuvantes de drenaje y de retención en la pasta de papel con el fin de facilitar el drenaje y de aumentar la adsorción de las partículas finas sobre las fibras celulósicas, de manera que queden retenidas con las fibras sobre la cinta sinfín.

Las partículas basadas en sílice se usan ampliamente como coadyuvantes de drenaje y de retención en combinación con polímeros orgánicos cargados tales como polímeros basados en acrilamida aniónicos y catiónicos y almidones catiónicos y anfóteros. Tales sistemas de aditivos se describen en las patentes de EE.UU. Nos. 4.388.150; 4.961.825; 4.980.025; 5.368.833; 5.603.805; 5.607.552; y 5.858.174 y en la solicitud de patente internacional WO 97/18351. Estos sistemas se encuentran entre los coadyuvantes de drenaje y de retención más eficaces que se emplean en la actualidad. El documento WO 91/007350 describe soles de sílice que tienen un contenido elevado de microgel y partículas de aluminio modificadas con superficie específica elevada. Los soles se pueden preparar mediante un proceso que comprende la acidificación de una disolución de silicato de sodio (en inglés water glass solution), alcalinización a un cierto contenido de sustancia seca, crecimiento de partículas y modificación de aluminio. Los soles son particularmente adecuados para uso como aditivos, en combinación con polímeros catiónicos, en fabricación de papel. El documento WO 94/05596 describe soles de sílice con un contenido elevado de microgel y partículas con una superficie específica en el intervalo de 300 a 700 m²/g, preferiblemente 400 a 650 m²/g. Los soles se pueden preparar por acidificación de una disolución de silicato de sodio (wáter glass solution) y alcalinización a un cierto contenido seco, alternativamente a un cierto pH. Los soles son particularmente adecuados para uso como aditivos en fabricación de papel en combinación con polímeros catiónicos y especialmente en combinación con polímeros catiónicos basados en acrilamida.

Las partículas basadas en sílice apropiadas para su utilización como coadyuvantes de drenaje y de retención se suministran normalmente en forma de dispersiones coloidales acuosas, los denominados soles. Los soles basados en sílice utilizados comercialmente tienen normalmente un contenido de sílice de alrededor de 7 a 15% en peso y contienen partículas con una superficie específica de al menos 300 m²/g. Los soles de partículas basadas en sílice con superficies específicas mayores están normalmente más diluidos para aumentar la estabilidad de almacenamiento y para evitar la formación de gel.

Resultaría ventajoso proporcionar soles y partículas basados en sílice con mayor capacidad de drenaje y de retención e incluso con mayor estabilidad. También resultaría ventajoso proporcionar un proceso para preparar soles y partículas basados en sílice con propiedades mejoradas de drenaje, retención y estabilidad. Asimismo, resultaría ventajoso proporcionar un proceso de fabricación de papel con drenaje y/o retención mejorados.

El invento

Como se usa en la presente memoria, la unidad cP para viscosidad se refiere a la unidad del SI para la viscosidad mPa.s.

De acuerdo con el presente invento, se proporcionan soles y partículas basados en sílice que resultan apropiados para ser utilizados como agentes de floculación en la purificación de aguas y como coadyuvantes de drenaje y de retención en la fabricación de papel. Los soles y partículas basados en sílice de acuerdo con el invento muestran buena estabilidad durante largos períodos de tiempo, una estabilidad de superficie específica notablemente elevada y alta estabilidad frente a la formación de gel, y por ello pueden prepararse y transportarse a valores elevados de la superficie específica y a concentraciones elevadas de sílice. Los soles tienen una capacidad mejorada para mantener la elevada superficie específica durante el almacenamiento a valores elevados de concentración de sílice. Además, los soles y partículas basados en sílice dan lugar a un drenaje y una retención muy buenos o mejorados cuando se emplean junto con polímeros orgánicos aniónicos, catiónicos y/o anfóteros. De esta forma, el presente invento hace posible aumentar la velocidad de la máquina de papel y utilizar dosis menores de aditivos para dar lugar al correspondiente efecto de drenaje y/o de retención, dando lugar de esta forma a un proceso mejorado de fabricación de papel y a beneficios económicos. Por tanto, el invento se refiere a partículas basadas en sílice y un sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice, denominado sol basado en sílice en la presente memoria, y a

su producción como se define más en detalle en las reivindicaciones adjuntas.

El presente invento también se refiere a la utilización de soles y partículas basados en sílice como coadyuvantes de drenaje y de retención en la fabricación de papel, preferiblemente en combinación con polímeros orgánicos como se describe en la presente memoria, y como se define más en detalle en las reivindicaciones adjuntas. La expresión "coadyuvante de drenaje y de retención", según se emplea en la presente memoria, se refiere a uno o más componentes (coadyuvantes, agentes o aditivos) que, cuando se añaden a la pasta para la fabricación de papel, aportan un mejor drenaje y/o retención que el que se obtiene cuando no se añaden los componentes. El presente invento además se refiere a un proceso para la producción de papel a partir de una suspensión acuosa que contiene fibras celulósicas, y cargas opcionales, que comprende añadir a la suspensión partículas basadas en sílice y al menos un polímero orgánico cargado, conformar y drenar la suspensión sobre una cinta sinfín. De esta forma, el invento se refiere a un proceso como se define más en detalle en las reivindicaciones adjuntas.

Los soles basados en sílice de acuerdo con el presente invento son soles acuosos que contienen partículas aniónicas basadas en sílice, es decir partículas basadas en sílice (SiO_2) o ácido silícico. Preferiblemente, las partículas son coloidales, es decir, en el intervalo coloidal de tamaño de partícula. Los soles basados en sílice pueden tener un valor S dentro del intervalo de 10 a 45%, de manera apropiada de 20 a 40% y preferiblemente de 25 a 35%. El valor-S puede medirse y calcularse como describen Iler & Dalton en J. Phys. Chem. 60(1956), 955-957. El valor-S indica el grado de formación de agregado o de microgel y un valor-S bajo es indicativo de un elevado grado de agregación.

Los soles de sílice pueden tener una relación molar de SiO_2 con respecto a M_2O , donde M es un ion de metal alcalino (por ejemplo, Li, Na, K) y/o amonio dentro del intervalo de 10:1 a 40:1, adecuadamente de 12:1 a 35:1 y preferiblemente de 15:1 a 30:1. Los soles de sílice pueden tener un pH de al menos 10,0, de manera apropiada de al menos 10,5, preferiblemente de al menos 10,6 y más preferiblemente de al menos 10,7. El pH puede ser de hasta alrededor de 11,5, de manera apropiada de hasta 11,0.

De manera apropiada los soles basados en sílice deberían tener un contenido de sílice de al menos 3% en peso, pero es más apropiado que el contenido de sílice esté dentro del intervalo de 10 a 30% en peso y preferiblemente de 12 a 25% en peso. Con el fin de simplificar el transporte y reducir los costes, de manera general resulta preferible enviar soles de sílice de elevada concentración, aunque por supuesto es posible y normalmente preferible diluir y mezclar las partículas y los soles basados en sílice con agua para rebajar considerablemente los contenidos de sílice antes de su utilización, por ejemplo hasta contenidos de sílice dentro de intervalo de 0,05% en peso y preferiblemente dentro del intervalo de 0,05 a 5% en peso, con el fin de mejorar la mezcla con los componentes de la pasta de papel. La viscosidad de los soles basados en sílice puede variar dependiendo, por ejemplo, del contenido de sílice del sol. Normalmente, la viscosidad es de al menos 5 cP, normalmente están dentro del intervalo de 5 a 40 cP, de manera apropiada de 6 a 30 cP y preferiblemente de 7 a 25 cP. La viscosidad, que de manera apropiada se mide en soles que tienen un contenido de sílice de al menos 10% en peso, puede medirse por medio de técnicas conocidas, por ejemplo, empleando un viscosímetro Brookfield LVDV II+. Los soles basados en sílice preferidos de este invento son estables. Esto significa que estos soles basados en sílice, cuando se almacenan o envejecen durante un mes a 20°C en condiciones de oscuridad y sin agitación presentan, si lo hubiera, solo un pequeño aumento de la viscosidad.

Las partículas basadas en sílice presentes en el sol tienen adecuadamente un tamaño de partícula medio de aproximadamente 20 nm y preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 nm. Como es convencional en la química de la sílice, el tamaño de partícula se refiere al tamaño medio de las partículas primarias, que pueden estar agregadas o no agregadas. La superficie específica de las partículas basadas en sílice es adecuadamente de al menos 300 m^2/g SiO_2 y preferiblemente de al menos 550 m^2/g .

Generalmente, la superficie específica puede ser de hasta aproximadamente 1050 m^2/g y adecuadamente hasta 1000 m^2/g . En una realización preferida de esta invención, la superficie específica está dentro del intervalo de 550 a 725 m^2/g , preferiblemente de 575 a 700 m^2/g . En otra realización preferida de esta invención, la superficie específica está dentro del intervalo de 775 a 1050 m^2/g . La superficie específica puede medirse mediante titración con NaOH de manera conocida, por ejemplo como describe Sears en Analytical Chemistry 28 (1956): 12, 1981-1983 y en la patente de EE.UU. No. 5.176.891, después de eliminación adecuada o ajuste de cualquier compuesto presente en la muestra que pueda perturbar la titración como la especie de aluminio o boro. El término "superficie específica", según se usa en la presente memoria, representa la superficie específica media de las partículas basadas en sílice y se expresa en metro cuadrados por gramo de sílice (m^2/g SiO_2).

En una realización preferida del invento, el sol basado en sílice tiene de esta forma un valor S en el intervalo de 20 a 40%, una viscosidad de 7 a 25 cP, un pH de al menos 10,6, una relación molar de SiO_2 a M_2O dentro del intervalo de 15 a 30, un contenido de sílice de al menos 10% en peso, y contiene partículas coloidales aniónicas basadas en sílice con una superficie específica dentro del intervalo de 550 a 1050 m^2/g . Los soles basados en sílice según el invento con un contenido de sílice de 15 a 20% en peso contienen normalmente partículas con una superficie específica dentro del intervalo de 550 a 725 m^2/g , mientras que los soles basados en sílice según el invento con un contenido de sílice de 10 a 15% en peso contienen normalmente partículas con una superficie específica dentro del intervalo de 775 a 1050 m^2/g .

En una realización preferida de este invento, el sol basado en sílice se encuentra sustancialmente libre de aluminio, es decir, libre de agentes de modificación añadidos que contienen aluminio. En otra realización preferida de este invento, el sol basado en sílice está considerablemente libre de boro, es decir, de libre de agentes de modificación añadidos que contienen boro. No obstante, pequeñas cantidades de tales elementos pueden estar presentes en las materias primas utilizadas para preparar las partículas y los soles basados en sílice. En otra realización preferida de este invento, los soles basados en sílice se modifican empleando varios elementos, por ejemplo, aluminio y/o boro, que pueden estar presentes en la fase acuosa y/o en las partículas basadas en sílice. Si se utiliza aluminio, los soles pueden tener una relación molar de Al_2O_3 con respecto a SiO_2 dentro del intervalo de 1:4 a 1:1500, de manera apropiada de 1:8 a 1:1000 y preferiblemente de 1:15 a 1:500. Si se utiliza boro, los soles pueden tener una relación molar de B con respecto a SiO_2 dentro del intervalo de 1:4 a 1:1500, de manera apropiada de 1:8 a 1:1000 y preferiblemente de 1:15 a 1:500. Si se utilizan tanto aluminio como boro, la relación molar de Al con respecto a B puede estar dentro del intervalo de 100:1 a 1:100, de manera apropiada de 50:1 a 1:50.

Los soles y partículas basados en sílice de acuerdo con el invento pueden producirse partiendo de una disolución acuosa convencional de silicato tal como vidrio soluble alcalino, por ejemplo, vidrio soluble de potasio o de sodio, preferiblemente vidrio soluble de sodio. La relación molar de SiO_2 con respecto a M_2O , donde M es un metal alcalino, por ejemplo, sodio, potasio, amonio o una de sus mezclas, en la disolución de silicato o en el vidrio soluble está de manera apropiada dentro del intervalo de 1,5:1 a 4,5:1, preferiblemente de 2,5:1 a 3,9:1. De manera apropiada, se utiliza una disolución diluida de silicato o de vidrio soluble que puede tener un contenido de SiO_2 de alrededor de 3 a alrededor de 12% en peso, preferiblemente de alrededor de 5 a alrededor de 10% en peso. La disolución de silicato o el vidrio soluble, que normalmente tiene un pH de alrededor de 13 o por encima de 13, se acidifica hasta un pH de alrededor de 1 a alrededor de 4. La acidificación puede llevarse a cabo de manera conocida mediante la adición de ácidos minerales, por ejemplo, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido fosfórico, o de manera opcional con otras sustancias químicas conocidas que resultan apropiadas para la acidificación de vidrio soluble, por ejemplo, sulfato de amonio y dióxido de carbono. Cuando se añade un ácido mineral, la acidificación se lleva a cabo de manera apropiada en dos etapas, una primera etapa hasta un pH de alrededor de 8 a 9, por encima del cual se deja que tenga lugar cierta maduración, es decir, crecimiento de partículas, antes de una acidificación adicional hasta un pH de alrededor de 1 a alrededor de 4. No obstante, es preferible que la acidificación se lleve a cabo por medio de un intercambiador catiónico ácido que, entre otras cosas, conduce a productos más estables. Preferiblemente, la acidificación se lleva a cabo por medio de una resina de intercambio catiónico fuertemente ácida, por ejemplo de las de tipo de ácido sulfónico. Es preferible que la acidificación se lleve a cabo a hasta un pH de alrededor de 2 a 4, y del modo más preferido de alrededor de 2,2 a 3,0. El producto obtenido, un sol ácido o ácido polisilícico, contiene partículas basadas en sílice con una superficie específica elevada, normalmente por encima de $1000 \text{ m}^2/\text{g}$ y normalmente alrededor de $1300 \text{ m}^2/\text{g}$.

A continuación, el sol ácido se somete a alcalinización, referida en la presente memoria como una primera etapa de alcalinización. La primera alcalinización puede llevarse a cabo mediante la adición de álcalis convencionales, por ejemplo, hidróxido de litio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de amonio y sus mezclas, y/o una disolución acuosa de silicato como se ha definido anteriormente. El vidrio soluble de potasio y de sodio, en particular el vidrio soluble de sodio, con una relación molar de SiO_2 con respecto a M_2O como se ha definido anteriormente, se utiliza de manera apropiada en la etapa de alcalinización. El contenido de SiO_2 de las disoluciones de vidrio soluble empleadas para la primera alcalinización se encuentra de forma apropiada dentro del intervalo de alrededor de 3 a alrededor de 35% en peso y preferiblemente dentro del intervalo de 5 a 30% en peso. Normalmente, la primera alcalinización se lleva a cabo a un pH de al menos 6, de manera apropiada de al menos 7 y preferiblemente de al menos 7,5, y el pH es normalmente de hasta 10,5, de manera apropiada hasta 10,0. La primera alcalinización se lleva a cabo de manera más apropiada hasta una relación molar de SiO_2 con respecto a M_2O , siendo M como se ha definido anteriormente, dentro del intervalo de alrededor de 20:1 a alrededor de 80:1, preferiblemente de 30:1 a 70:1. En la preparación de un sol como se ha definido anteriormente, el grado de microgel puede verse influenciado de distintas formas y puede controlarse hasta un valor deseado. El grado de microgel puede modificarse mediante el contenido en sal, mediante el ajuste de la concentración en la preparación del sol ácido y en la primera etapa de alcalinización, ya que en esta etapa el grado de microgel se ve influenciado cuando se rebasa la estabilidad mínima del sol, a un valor de pH de alrededor de 5. El grado de microgel puede llevarse hasta el valor deseado mediante períodos de tiempo prolongados en esta condición. Resulta particularmente deseable controlar el grado de microgel mediante el ajuste del contenido seco, del contenido de SiO_2 , en la primera etapa de alcalinización, en la que un contenido seco más elevado da lugar un valor-S menor. Manteniendo el contenido de SiO_2 de la primera etapa de alcalinización dentro del intervalo de 4,5 a 8% en peso, es posible controlar el valor-S hasta valores deseados de, por ejemplo, 10 a 45%. Para obtener soles con valores-S dentro del intervalo de 20 a 40%, el contenido de SiO_2 en la primera etapa de alcalinización se mantiene de forma apropiada dentro del intervalo de 5,0 a 7,5% en peso.

A continuación, las partículas basadas en sílice presentes en el sol alcalinizado obtenido en la primera etapa de alcalinización se someten a crecimiento de partículas, obteniéndose una superficie específica menor y una estabilidad mayor. El proceso de crecimiento de partículas debe llevarse a cabo, de manera apropiada, para proporcionar partículas basadas en sílice con una superficie específica de al menos $300 \text{ m}^2/\text{g}$, y preferiblemente de al menos 550 y hasta alrededor de $1050 \text{ m}^2/\text{g}$ y de manera apropiada hasta $1000 \text{ m}^2/\text{g}$. En una realización preferida de este invento, el proceso de crecimiento de partículas se lleva a cabo para proporcionar partículas con una superficie específica dentro del intervalo de 550 a $725 \text{ m}^2/\text{g}$. En otra realización preferida de este invento, el proceso

de crecimiento de partículas se lleva a cabo para proporcionar partículas con una superficie específica dentro del intervalo de 775 a 1050 m²/g. La disminución de la superficie específica puede obtenerse mediante almacenamiento a temperatura ambiente durante períodos de tiempo más o menos largos, un día hasta alrededor de dos días y noches, o, preferiblemente, mediante tratamiento térmico. En el tratamiento térmico, es posible ajustar los tiempos y las temperaturas de forma que se empleen tiempos más cortos a temperaturas más elevadas. Por supuesto, aunque resulta posible utilizar temperaturas bastante elevadas durante tiempos muy cortos, desde un punto de vista práctico, resulta más deseable emplear temperaturas más bajas durante tiempos más o menos largos. En el tratamiento térmico, el sol alcalinizado debería calentarse de manera apropiada a una temperatura de al menos 30°C, de manera apropiada de 35 a 95°C y preferiblemente de 40 a 80°C. De manera apropiada, el tratamiento térmico debería llevarse a cabo durante al menos 10 minutos, de manera apropiada de 15 a 600 minutos y preferiblemente de 20 a 240 minutos.

Después de la etapa de crecimiento de partículas, y enfriamiento opcional, el sol de sílice obtenido se somete de nuevo a alcalinización, referido en la presente memoria como una segunda etapa de alcalinización. La segunda alcalinización se lleva a cabo mediante la adición de álcalis convencionales, por ejemplo, hidróxido de litio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de amonio y sus mezclas, y/o una disolución acuosa de silicato como se ha definido anteriormente. De manera apropiada, en la segunda etapa de alcalinización se utiliza vidrio soluble de potasio y de sodio, en particular vidrio soluble de sodio, con una relación molar de SiO₂ con respecto a M₂O como se ha definido anteriormente. El contenido de SiO₂ de las disoluciones de vidrio soluble utilizadas para la segunda alcalinización se encuentra de manera apropiada dentro del intervalo de alrededor de 3 a alrededor de 35% en peso y preferiblemente dentro del intervalo de 5 a 30% en peso. De manera apropiada, la segunda alcalinización se lleva a cabo hasta un pH de al menos 10,0, de manera apropiada de al menos 10,5, preferiblemente de al menos 10,6 y del modo más preferido de al menos 10,7. El pH puede ser de hasta alrededor de 11,5, de manera apropiada de hasta 11,0. De manera más apropiada, la segunda alcalinización se lleva a cabo hasta una relación molar final de SiO₂ con respecto a M₂O, siendo M como se ha definido anteriormente, dentro del intervalo de alrededor de 10:1 a 40:1 y de manera apropiada de 12:1 a 35:1, preferiblemente de 15:1 a 30:1.

Si se desea, el proceso puede también comprender concentración del sol basado en sílice obtenido después de la segunda alcalinización. De manera alternativa o adicional, puede someterse a concentración el sol alcalinizado obtenido tras la primera alcalinización pero antes del crecimiento de partículas o de la etapa de tratamiento térmico, o el sol obtenido tras el crecimiento de partículas o tras la etapa de tratamiento térmico pero antes de la segunda alcalinización. La concentración puede llevarse a cabo de manera conocida tal como, por ejemplo, mediante métodos osmóticos, evaporación o ultrafiltración. De manera apropiada, la concentración se lleva a cabo para alcanzar contenidos de sílice de al menos 10% en peso, preferiblemente de 10 a 30% en peso, y más preferiblemente de 12 a 20% en peso.

Si se desea, las partículas y soles basados en sílice pueden modificarse mediante la adición de compuestos que contienen, por ejemplo, aluminio y/o boro. Compuestos apropiados que contienen aluminio incluyen aluminatos tales como aluminato de sodio y aluminato de potasio, de manera apropiada aluminato de sodio. De manera apropiada, el compuesto que contiene aluminio se utiliza en forma de disolución acuosa. Compuestos apropiados que contienen boro incluyen ácido bórico, boratos tales como borato de sodio y de potasio, de manera apropiada borato de sodio, tetraboratos como tetraborato de sodio y de potasio, de manera apropiada tetraborato de sodio, y metaboratos como metaborato de sodio y de potasio. De manera apropiada, el compuesto que contiene boro se utiliza en forma de disolución acuosa.

Cuando se utiliza en el proceso un compuesto que contiene aluminio, resulta apropiado añadirlo al sol sujeto a crecimiento de partículas o a tratamiento térmico, bien antes o bien después de la segunda etapa de alcalinización. Alternativa o adicionalmente, el compuesto que contiene aluminio puede añadirse a la disolución de silicato objeto de acidificación, al sol ácido o al sol alcalinizado obtenido en la primera etapa de alcalinización antes del crecimiento de partículas o de la etapa de tratamiento térmico. El compuesto que contiene aluminio puede añadirse mezclado con el ácido en la etapa de acidificación y mezclado con el álcali o con la disolución de silicato en cualquiera de las etapas de alcalinización. De manera apropiada, el compuesto que contiene aluminio se añade en una cantidad tal que el sol obtenido tenga una relación molar de Al₂O₃ con respecto a SiO₂ como se ha definido anteriormente.

Cuando se usa en el proceso un compuesto que contiene boro, resulta apropiado añadirlo al sol sujeto a crecimiento de partículas o a tratamiento térmico, bien antes o bien después de la segunda etapa de alcalinización. De manera alternativa, o de manera adicional, el compuesto que contiene boro puede añadirse a la disolución de silicato objeto de acidificación, al sol ácido o al sol alcalinizado obtenido en la primera etapa de alcalinización antes del crecimiento de partículas o de la etapa de tratamiento térmico. El compuesto que contiene boro puede añadirse mezclado con el ácido en la etapa de acidificación y mezclado con el álcali o con la disolución de silicato en cualquiera de las etapas de alcalinización. De manera apropiada, el compuesto que contiene boro se añade en una cantidad tal que el sol obtenido tenga una relación molar de B con respecto a SiO₂ como se ha definido anteriormente. Si se usan compuestos que contienen tanto aluminio como boro, se añaden de manera apropiada en cantidades tales que el sol obtenido tenga una relación molar de Al con respecto a B como se ha definido anteriormente.

Si el sol, antes de cualquier modificación con aluminio y/o boro, contiene cantidades demasiado elevadas de iones de metal alcalino o de iones de amonio, es preferible retirar al menos parte de estos iones, por ejemplo, mediante

intercambio iónico, para proporcionar soles basados en sílice con una relación molar final de SiO₂ con respecto a M₂O dentro del intervalo deseado como se ha definido anteriormente.

De acuerdo con el presente proceso, después de concentración opcional pueden prepararse soles basados en sílice que tienen contenidos de sílice de 10 a 30% en peso, adecuadamente de 12 a 20% en peso, y viscosidades de al menos 5 cP, normalmente dentro del intervalo de 5 a 40 cP, adecuadamente de 6 a 30 cP y preferiblemente de 7 a 25 cP, y los soles producidos poseen buena estabilidad al almacenamiento y pueden almacenarse durante varios meses sin ninguna disminución sustancial de la superficie específica y sin formación de gel.

Los soles y partículas basados en sílice de este invento resultan apropiados para ser utilizados como agentes de floculación, por ejemplo en la producción de pulpa y de papel, notablemente como coadyuvantes de drenaje y de retención, y dentro del campo de la purificación de aguas, tanto para la purificación de diferentes tipos de agua residual como para la purificación de manera específica de aguas blancas procedentes de la industria papelera y de pulpa de papel. Los soles y partículas basados en sílice pueden utilizarse como agentes de floculación, notablemente como coadyuvantes de drenaje y de retención, en combinación con polímeros orgánicos, que pueden seleccionarse de polímeros catiónicos no iónicos, anfóteros y aniónicos y sus mezclas, referidas en la presente memoria como "polímero principal". La utilización de tales polímeros como agentes de floculación y como coadyuvantes de drenaje y de retención es bien conocida en la técnica. Los polímeros pueden proceder de fuentes naturales o sintéticas, y pueden ser lineales, ramificados o reticulados. De manera general, ejemplos de polímeros principales incluyen almidones aniónicos, anfóteros y catiónicos, gomas guar aniónicas, anfóteras y catiónicas, polímeros basados en acril-amida aniónicos, anfóteros y catiónicos, así como también cloruro de poli(dialquildimetilamonio) catiónico, iminas de polietileno catiónicas, poliaminas catiónicas, poliamidoaminas y polímeros basados en vinilamida, resinas de melamina-formaldehído y de urea-formaldehído. De manera apropiada, los soles basados en sílice se utilizan en combinación con al menos un polímero catiónico o anfótero, preferiblemente un polímero catiónico. El almidón catiónico y la poliacrilamida catiónica son polímeros particularmente preferidos y pueden utilizarse solos, juntos el uno con el otro o juntos con otros polímeros, por ejemplo, otros polímeros catiónicos o poliacrilamida aniónica. De manera apropiada, el peso molecular del polímero principal está por encima de 1.000.000 y preferiblemente por encima de 2.000.000. El límite superior no es crítico; puede ser de alrededor de 50.000.000, normalmente de 30.000.000 y de manera apropiada de alrededor de 25.000.000. No obstante, el peso molecular de los polímeros procedentes de fuentes naturales puede ser mayor.

Cuando se emplean los soles y partículas basados en sílice en combinación con el polímero(s) principal mencionado anteriormente, es además preferible utilizar al menos un polímero orgánico catiónico de bajo peso molecular (en lo sucesivo LMW), comúnmente denominado y utilizado como captador de residuos aniónico (ATC). Los ATC son conocidos en la técnica como agentes de neutralización y/o de fijación para las sustancias aniónicas no deseadas presentes en la pasta de papel y su utilización en combinación con coadyuvantes de drenaje y de retención normalmente proporciona mejoras en el drenaje y/o en la retención. El polímero orgánico catiónico LMW puede proceder de fuentes naturales o sintéticas, y preferiblemente es un polímero sintético LMW. Polímeros orgánicos apropiados de este tipo incluyen polímeros orgánicos altamente cargados LMW tales como poliaminas, poliamidoaminas, polietileniminas, homo- y copolímeros de cloruro de dialil-dimetil-amonio, (met)acrilamidas y (met)acrilatos. Con respecto al peso molecular del polímero principal, el peso molecular del polímero orgánico catiónico LMW es preferiblemente más bajo; de manera apropiada es al menos 1.000 y preferiblemente de al menos 10.000. Normalmente, el límite superior del peso molecular es de alrededor de 700.000, de manera apropiada de alrededor de 500.000 y normalmente de alrededor de 200.000. Combinaciones preferidas de polímeros que también pueden co-utilizarse con los soles de sílice del invento incluyen un polímero orgánico catiónico LMW en combinación con polímero(s) principal, tal como, por ejemplo, almidón catiónico y/o poliacrilamida catiónica, poliacrilamida aniónica así como también almidón catiónico y/o poliacrilamida catiónica en combinación con poliacrilamida aniónica.

Los componentes de los coadyuvantes de drenaje y de retención de acuerdo con el invento pueden añadirse a la pasta de papel de forma convencional y en cualquier orden. Cuando se emplean coadyuvantes de drenaje y de retención que comprenden partículas basadas en sílice y un polímero orgánico, por ejemplo, un polímero principal, es preferible añadir el polímero a la pasta de papel antes de añadir las partículas basadas en sílice, incluso aunque pueda emplearse el orden opuesto de adición. Resulta incluso preferido añadir el polímero principal antes de la etapa de cizalladura, que puede escogerse entre bombeo, mezcla, limpieza, etc, y añadir las partículas basadas en sílice después de la etapa de cizalladura. Cuando se emplean, los polímeros orgánicos catiónicos LMW se introducen preferiblemente en la pasta de papel antes de introducir el polímero principal. De manera alternativa, el polímero orgánico catiónico LMW y el polímero principal pueden introducirse en la pasta de papel básicamente de manera simultánea, bien por separado o mezclados, por ejemplo como se describe en la patente de EE.UU. N°. 5.858.174, que por ello se incorpora por referencia a la presente memoria. Preferiblemente, el polímero orgánico catiónico LMW y el polímero principal se introducen en la pasta de papel antes de introducir el sol basado en sílice.

En una realización preferida de este invento, los soles y partículas basados en sílice se utilizan como coadyuvantes de drenaje y de retención en combinación con al menos un polímero orgánico, como se ha descrito anteriormente, y al menos un compuesto de aluminio. Pueden usarse compuestos de aluminio para mejorar más el rendimiento de drenaje y/o de retención de los aditivos de la pasta de papel que comprenden partículas basadas en sílice. Sales de aluminio apropiadas incluyen alumbre, aluminatos, cloruro de aluminio, nitrato de aluminio y compuestos de

polialuminio, tales como poli(cloruros de aluminio), poli(sulfatos de aluminio), compuestos de polialuminio que contienen tanto iones cloruro como sulfato, poli(silicato-sulfatos de aluminio) y sus mezclas. Los compuestos de polialuminio también pueden contener otros aniones, por ejemplo, aniones de ácido fosfórico, ácidos orgánicos tales como ácido cítrico y ácido oxálico. Sales de aluminio preferidas incluyen aluminato de sodio, alumbre y compuestos de polialuminio. El compuesto de polialuminio puede añadirse antes o después de la adición de las partículas de sílice. De manera alternativa, o de manera adicional, el compuesto de aluminio puede añadirse de manera simultánea al sol basado en sílice y esencialmente en el mismo punto, bien por separado o mezclado con él, por ejemplo como se describe en la patente de EE.UU. N° 5.846.384, que se incorpora en la presente memoria por referencia. En muchos casos, con frecuencia resulta apropiado añadir un compuesto de aluminio a la pasta de papel al principio del proceso, por ejemplo antes que los otros aditivos.

Los componentes de los coadyuvantes de drenaje y de retención de acuerdo con el invento se añaden a la pasta de papel que se va a deshidratar en cantidades que pueden variar dentro de amplios límites dependiendo de, entre otros, el tipo y el número de componentes, tipo de pasta de papel, contenido de carga, tipo de carga, punto de adición, etc. De manera general, los componentes se añaden en una cantidad que aporte mejor drenaje y/o retención que los que se obtienen cuando no se añaden los componentes. Normalmente, los sales y partículas basados en sílice se añaden en una cantidad de al menos 0,001% en peso, normalmente al menos 0,005% en peso, calculado como SiO₂ y basado en la sustancia de pasta de papel seca, es decir, fibras celulósicas y cargas opcionales, y el límite superior es normalmente 1,0% y de manera apropiada 0,5% en peso. Normalmente, el polímero principal se añade en una cantidad de al menos 0,001%, normalmente de al menos 0,005% en peso, basado en la sustancia de pasta de papel seca, y el límite superior es normalmente de 3% y de manera apropiada de 1,5% en peso. Cuando se emplea en el proceso un polímero orgánico catiónico LMW, puede añadirse en una cantidad de al menos 0,05%, basado en la sustancia seca de la pasta de papel a deshidratar. De manera apropiada, la cantidad está dentro del intervalo de 0,07 a 0,5%, preferiblemente dentro del intervalo de 0,1 a 0,35%. Cuando se emplea en el proceso un compuesto de aluminio, la cantidad total introducida en la pasta de papel a deshidratar depende del tipo de compuesto de aluminio empleado y de otros efectos deseados. Por ejemplo, se conoce en la técnica la utilización de compuestos de aluminio como precipitantes para agentes de encolado basados en colofonia. Normalmente, la cantidad total añadida es de al menos 0,05%, calculada como Al₂O₃ y basada en la sustancia de pasta de papel seca. De manera apropiada, la cantidad está dentro del intervalo de 0,1 a 3,0%, preferiblemente dentro del intervalo de 0,5 a 2,0%.

Por supuesto, pueden emplearse otros aditivos que son convencionales en el proceso de fabricación de papel en combinación con los aditivos de acuerdo con el invento, tales como, por ejemplo, agentes de refuerzo en seco, agentes de refuerzo en húmedo, agentes abrillantadores ópticos, colorantes, agentes de encolado tales como agentes de encolado de colofonia y agentes de encolado de celulosa reactiva, por ejemplo, dímeros de alquil y alquénil ceteno y multímeros de ceteno, alqui y alquénil anhídridos succínicos, etc. La suspensión celulósica, o pasta de papel, también puede contener cargas minerales de tipo convencional tales como, por ejemplo, caolín, arcilla de China, dióxido de titanio, yeso, talco y carbonatos cálcicos naturales y sintéticos tales como caliza, mármol molido y carbonato cálcico precipitado.

El proceso de este invento se emplea en la producción de papel. El término "papel", según se emplea en la presente memoria, incluye por supuesto no solo papel y su producción, sino también otras láminas que contienen fibras celulósicas o productos continuos, tales como por ejemplo cartulina y cartón y a su producción. El proceso puede utilizarse en la producción de papel de diferentes tipos de suspensiones de fibras que contienen celulosa y, de manera apropiada, las suspensiones deberían contener al menos 25% en peso y preferiblemente al menos 50% en peso de tales fibras, basadas en la sustancia seca. La suspensión puede estar basada en fibras de pulpa química tales como pulpas de sulfato, de sulfito de disolvente orgánico, pulpa mecánica tales como pulpa termomecánica, pulpa químio-termomecánica, pulpa de refinador y pulpa de madera desfibrada, procedente de tanto de madera dura y de madera blanda, y puede estar basada en fibras recicladas, de manera opcional procedente de pulpas decoloradas y sus mezclas. El pH de la suspensión, de la pasta de papel, puede estar dentro del intervalo de alrededor de 3 a alrededor de 10. De manera apropiada, el pH está por encima de 3,5 y preferiblemente dentro del intervalo de 4 a 9.

El invento se ilustra más con los Ejemplos siguientes, que no obstante, no pretenden ser limitantes. Las partes y los % se refieren a partes en peso y % en peso, respectivamente, a menos que se indique lo contrario.

Ejemplo 1

Se preparó un sol de sílice estándar como se indica:

Se diluyeron con agua 726,7 g de vidrio soluble de sodio con una relación molar de SiO₂ con respecto a Na₂O de 3,3 y un contenido de SiO₂ de 27,1% hasta 3000 g para dar lugar a una disolución de silicato (I) con un contenido de SiO₂ de 6,9% en peso. Se pasaron 2800 g de esta disolución de silicato o de vidrio soluble a través de una columna rellena con una resina fuerte de intercambio catiónico saturada con iones hidrógeno. Se recogieron del intercambiador iónico 2450 g de vidrio soluble sometido a intercambio iónico o poli(ácido silícico) (II) con un contenido de SiO₂ de 6,5% en peso y un pH de 2,4. Se introdujeron 1988 g de poli(ácido silícico) (II) en un reactor y se diluyeron con 12,3 de agua. A continuación, se añadieron 173,9 g de disolución de silicato al 6,9% (I) bajo fuerte

agitación. Posteriormente, se calentó la disolución resultante a 85°C durante 60 minutos y a continuación se enfrió hasta 20°C. El sol de sílice obtenido (1a) tenía las siguientes características:

Sol 1a (ref.): Contenido de SiO₂ = 7,3% en peso, relación molar SiO₂/Na₂O = 40, pH = 10,2, valor-S = 29%, viscosidad = 2,2 cP, superficies específicas de las partículas = 530 m²/g.

Se produjeron dos soles de sílice más, Sol 1b y Sol 1c que tenían las siguientes características:

Sol 1b (ref.): Contenido de SiO₂ = 7,3% en peso, relación molar SiO₂/Na₂O = 63, pH = 10,0, valor-S = 26%, viscosidad = 2,7 cP, superficies específicas de las partículas = 500 m²/g

Sol 1c (ref.): Contenido de SiO₂ = 5,4% en peso, relación molar SiO₂/Na₂O = 35, pH = 9,8, valor-S = 32%, viscosidad = 1,6 cP, superficies específicas de las partículas = 690 m²/g

Ejemplo 2

5 Se prepararon seis soles de partículas basadas en sílice de acuerdo con el invento a partir de un poli(ácido silícico) similar al poli(ácido silícico) (II) producido con el mismo proceso de intercambio iónico y con un contenido de SiO₂ de 5,46% en peso. Se añadió 1,46 kg de vidrio soluble de sodio, con una relación molar de SiO₂ con respecto a Na₂O de 3,3, a 102,0 kg de poli(ácido silícico), bajo agitación vigorosa, dando lugar a una disolución con una relación molar de SiO₂ con respecto a Na₂O de 54,0. Esta disolución se trató con calor a 60°C durante 2 h y 20 minutos y se
10 enfrió hasta 20°C, momento en el que el producto se concentró hasta obtener un contenido de SiO₂ de 15,6% en peso. A continuación, se dividió el producto de sol intermedio en seis muestras por separado, muestras a-f. Las muestras a-c se alcalinizaron más con NaOH, las muestras d-f con vidrio soluble, para conseguir soles con una relación molar de SiO₂ con respecto a Na₂O entre 21,5 y 34,0 y un contenido de sílice de alrededor de 15% en peso. Los soles obtenidos de partículas de sílice tenían las características de la Tabla 1:

15 Tabla 1

Sol	Relación molar [SiO ₂ /Na ₂ O]	pH	Valor-S [%]	Viscosidad [cp]	Superficie específica [m ² /g SiO ₂]
Sol 2a	21,5	10,7	31	17	720
Sol 2b	28,0	10,3	30	29	710
Sol 2c	34,0	10,0	29	40	690
Sol 2d	21,5	10,7	31	20	680
Sol 2e	28,0	10,3	29	34	670
Sol 2f	33,0	10,0	29	38	680

Ejemplo 3

Un poli(ácido silícico) (II) producido con el proceso de intercambio iónico anterior alcalinado con vidrio soluble hasta una relación molar de SiO₂/Na₂O de 54,0 como en el Ejemplo 2 se trató con calor a 60°C durante 1 h. Se
20 añadieron, a 58 kg de este producto, 7,25 kg de vidrio soluble diluido con una relación molar de SiO₂/Na₂O de 3,3 y un contenido de sílice de 5,5% en peso. Se concentró el sol de partículas basadas en sílice resultante, Sol 3, hasta obtener un contenido de sílice de 15,2% en peso y tenía una relación molar de SiO₂/Na₂O = 24, pH = 10,7, valor-S = 34, viscosidad = 9,0 cp y superficies específicas = 760 m²/g.

Ejemplo 4

25 Se mezclaron 1000 g de poli(ácido silícico) (II) con un contenido de SiO₂ de 5,5% en peso con 14,5 g de disolución de vidrio soluble con un contenido de SiO₂ de 27,1% en peso y una relación molar de SiO₂/Na₂O = 3,3 bajo agitación vigorosa dando lugar a un producto con una relación molar de SiO₂/Na₂O de 51 y un contenido en sílice de 5,8% en peso de SiO₂, que se trató con calor a 60°C durante 1,5 h y a continuación se concentró hasta obtener un contenido de sílice de 16,7% en peso de SiO₂. Se mezclaron 283 g del producto obtenido con 33,0 g de NaOH dando lugar a
30 un sol de partículas basadas en sílice, Sol 4, con un contenido de SiO₂ = 15,2% en peso, una relación molar de SiO₂/Na₂O = 21, pH = 10,6, valor-S = 32%, viscosidad = 14,2 cP y superficies específicas = 720 m²/g.

Ejemplo 5

Se siguió el procedimiento general de acuerdo con el Ejemplo 3, exceptuando que el tratamiento térmico se llevó a cabo durante 1,25 h y la concentración se llevó a cabo hasta obtener contenidos de sílice mayores. Se prepararon dos soles de partículas basadas en sílice; Sol 5a y Sol 5b. El Sol 5a tenía un contenido de SiO₂ = 18% en peso, una relación molar de SiO₂/Na₂O = 18, pH = 10,7, valor-S = 36%, viscosidad = 18 cP y superficies específicas = 700 m²/g. El Sol 5b tenía un contenido de SiO₂ = 20% en peso, una relación molar de SiO₂/Na₂O = 18,3, pH = 10,7, valor-S = 37%, viscosidad = 31 cP y superficies específicas = 700 m²/g.

Ejemplo 6

Se evaluó el rendimiento de drenaje por medio de un Analizador de Drenaje Dinámico (DDA), disponible en Akribi, Suecia, que mide el tiempo para drenar un volumen de pasta de papel a través de una cinta sinfin cuando se retira un tapón y se aplica vacío al lado de la cinta opuesto al lado extremo en el que se encuentra la pasta de papel.

La pasta de papel empleada estaba basada en una mezcla de 60% de sulfato de abedul blanqueado y 40% de sulfato de pino blanqueado, a la que se añadió 30% de carbonato de calcio molido como carga. El volumen de la pasta de papel fue de 800 ml, la consistencia de 0,25% y el pH de alrededor de 8,0. Se ajustó la conductividad de la pasta de papel a 0,47 mS/cm mediante la adición de sulfato de sodio.

En los ensayos, se utilizaron soles de sílice junto con un polímero catiónico, Raisamyl 142, que es un almidón cationizado medio-alto convencional que tiene un grado de sustitución de 0,042, que se añadió a la pasta de papel en una cantidad de 12 kg/tonelada, calculado como almidón seco sobre el sistema seco de pasta de papel. En este Ejemplo se sometieron a ensayo los soles de sílice de acuerdo con los Ejemplos 1 a 4. Además, también se sometieron a ensayo los Soles 6a y 6b con fines comparativos. El Sol 6a es un sol de sílice comercial con un valor-S = 45%, un contenido de SiO₂ = 15,0% en peso, una relación molar de SiO₂/Na₂O = 40, viscosidad = 3,0 cP, superficies específicas = 500 m²/g. El Sol 6b es otro sol de sílice comercial con un valor-S = 36%, un contenido de SiO₂ = 10,0% en peso, una relación molar de SiO₂/Na₂O = 10, viscosidad = 2,5 cP, superficies específicas = 880 m²/g. Se añadieron los soles de sílice en una cantidad de 0,5 kg/tonelada, calculado como SiO₂ y basado en el sistema seco de pasta de papel.

La pasta de papel se agitó en un recipiente difusor a una velocidad de 1500 rpm durante el ensayo y se llevaron las adiciones químicas siguientes: i) añadir almidón catiónico a la pasta de papel seguido de agitar durante 30 segundos, ii) añadir sol basado en sílice a la pasta de papel seguido de agitación durante 15 segundos, iii) drenar la pasta de papel al tiempo que se registra de forma automática el tiempo de drenaje.

La Tabla 2 muestra los tiempos de drenaje para los distintos soles basados en sílice:

Tabla 2

Sol basado en sílice	Tiempo de deshidratación [s]
Sol 1a (ref.)	12,0
Sol 1b (ref.)	11,1
Sol 1c (ref.)	12,0
Sol 2d	9,7
Sol 3	9,5
Sol 4	9,4
Sol 6a (ref.)	12,0
Sol 6b (ref.)	9,8

Ejemplo 7

Se evaluó el comportamiento de drenaje de acuerdo con el procedimiento general del Ejemplo 6, exceptuando que la pasta de papel tenía una consistencia de 0,3% y un pH de alrededor de 8,5. Se evaluó el comportamiento de retención por medio de un nefelómetro, midiendo la turbidez del filtrado, de las aguas blancas, obtenidos mediante drenaje de la pasta de papel.

Se sometieron a ensayo los soles basados en sílice de acuerdo con el Ejemplo 5 de la invención frente al Sol 6a

ES 2 605 404 T3

empleado con fines comparativos. La Tabla 3 muestra el tiempo de drenaje obtenido a varias dosis (kg/tonelada) de partículas basadas en sílice, calculado como SiO₂ y basado en el sistema seco de pasta de papel. La adición de solo almidón catiónico (12 kg/tonelada, calculado como almidón seco sobre el sistema seco de pasta de papel) dio lugar a un tiempo de drenaje de 15,8 segundos.

5 Tabla 3

Sol de sílice	Tiempo de drenaje (s)/Turbidez (NTU) a una dosis de SiO ₂ de				
	0,5 kg/t	1,0 kg/t	1,5 kg/t	2,0 kg/t	3,0 kg/t
Sol 6a (ref.)	11,1/-	8,8/59	7,9/58	7,1/54	6,8/60
Sol 5a	9,0/-	7,1/52	6,3/50	5,2/52	5,7/53
Sol 5b	8,9/-	6,9/-	6,3/-	5,7/-	6,0/-

REIVINDICACIONES

1. Sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice, caracterizado por que tiene un valor-S en el intervalo de 10 a 45%, una viscosidad en el intervalo de 5 a 40 mPa.s (5 a 40 cP) y un contenido de sílice de al menos 10% en peso.
- 5 2. Sol acuoso de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie específica de las partículas basadas en sílice es al menos 300 m²/g de SiO₂.
3. Sol acuoso de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que las partículas basadas en sílice tienen una superficie específica dentro del intervalo de 775 a 1050 m²/g.
- 10 4. Sol acuoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que las partículas basadas en sílice tienen una superficie específica dentro del intervalo de 550 a 725 m²/g.
5. Sol acuoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el valor-S está dentro del intervalo de 20 a 40%.
6. Sol acuoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la viscosidad está dentro del intervalo de 7 a 25 mPa.s (7 a 25 cP).
- 15 7. Sol acuoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que tiene un pH de al menos 10,6.
8. Sol acuoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que está modificado con compuestos que contienen aluminio.
9. Sol acuoso de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado por que tiene una relación molar de Al₂O₃ a SiO₂ en el intervalo de desde 1:8 a 1:1000. pH de al menos 10,6.
- 20 10. Utilización de un sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 como coadyuvante de drenaje y de retención en la producción de papel.
11. Procedimiento para la producción de papel a partir de una suspensión acuosa que contiene fibras de celulosa y cargas opcionales, que comprende adicionar a la suspensión un sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice y al menos un polímero orgánico cargado, conformar y drenar la suspensión sobre una cinta sinfín, caracterizado porque el sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice es un sol acuoso de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 9.
- 25 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que el polímero orgánico cargado es almidón catiónico o poliacrilamida catiónica.
- 30 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, caracterizado por que antes de añadir el sol acuoso que contiene partículas basada en sílice a la suspensión, el sol acuoso se diluye o se mezcla con agua para formar un sol acuoso que tiene un contenido de sílice de 0,05 a 5% en peso.
- 35 14. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que el sol acuoso que contiene partículas basadas en sílice se añade a la suspensión en una cantidad de 0,005 a 0,5% en peso, calculado como SiO₂ y basado en fibras celulósicas secas y cargas opcionales.