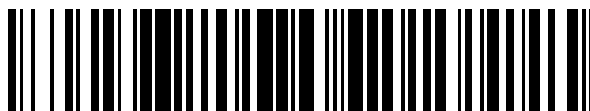


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 629**

51 Int. Cl.:

D21H 27/00 (2006.01)

D21H 17/25 (2006.01)

D21H 19/34 (2006.01)

D21H 21/16 (2006.01)

D21H 21/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2013 E 13723935 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2855772**

54 Título: **Sustrato para documentos de seguridad**

30 Prioridad:

29.05.2012 GB 201209516

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

18.07.2016

73 Titular/es:

**DE LA RUE INTERNATIONAL LIMITED (100.0%)
De La Rue House Jays Close
Basingstoke, Hampshire RG22 4BS, GB**

72 Inventor/es:

**RATNAKUMAR, ROHAN y
HOWLAND, PAUL**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 577 629 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

Sustrato para documentos de seguridad

5 La presente invención proporciona un sustrato duradero para documentos de seguridad tales como billetes de banco, cheques, documentos de identificación, etc., y un método de fabricación de un sustrato de este tipo. En particular, la presente invención se refiere a sustratos duraderos que son resistentes a la acumulación de suciedad en sus superficies, reduciendo así la velocidad a la que los documentos son retirados de la circulación mediante máquinas de clasificación o son rechazados de otra manera para su utilización porque la información proporcionada
10 en el documento se vuelve ilegible.

Los documentos de seguridad tales como billetes de banco, documentos de identidad y otros documentos de usos múltiples están sometidos a la manipulación y el almacenamiento regulares en lugares en los que la suciedad (por ejemplo, aceites y polvo) puede acumularse y transferirse a la superficie del documento. La suciedad puede
15 acumularse con el tiempo en un grado tal que haga características de seguridad o la información de seguridad proporcionadas es así difícil de leer mediante escrutinio humano o con máquina. En este punto, el documento debe ser retirado de la circulación, destruido y sustituido, a un coste soportado por el portador o la autoridad de billetes del banco emisor.

20 Ya se conocen documentos de seguridad duraderos. Los billetes de banco en algunos países, como Australia y Canadá, se imprimen sobre sustratos poliméricos que tienen una vida útil mejorada sobre los sustratos basados en papel convencionales. Aunque estos sustratos poliméricos ofrecen una mayor durabilidad física, tienen una serie de desventajas, tales como aumento de los costes de fabricación iniciales y el aumento de la complejidad en el intento de incorporar ciertos tipos de dispositivos de seguridad, que se incorporan en sustratos basados en papel en el
25 momento de su fabricación, por ejemplo, marcas de agua, elementos de seguridad incrustado o con ventanas etc. Además, los sustratos poliméricos tienen un tacto de polímero, lo que significa que esos billetes ya no tienen la sensación tradicional y el sonido de un billete de banco.

Sustratos de papel-polímero son también conocidos en la técnica, y sustratos laminares que tienen estructuras de papel-polímero-papel o polímero-papel-polímero están disponibles comercialmente. Estos van de alguna manera para hacer frente a las limitaciones de seguridad de sustratos puramente basados en polímeros, pero una vez más con costes de fabricación muy altos. Además, pueden sufrir especialmente en ambientes húmedos donde las diferencias en higo-expansividad entre el papel y las capas poliméricas resultan en debilidad inherente en el
30 sustrato laminar, que presenta oportunidades para el falsificador.

Sustratos de seguridad de papel tradicionales resistentes a la suciedad también están disponibles comercialmente, tales como el papel recubierto Platinum® hecho por De La Rue (Reino Unido), o el papel recubierto AST de Crane & Co (EE.UU.). En estos sistemas, los recubrimientos resistentes a la suciedad a base de polímeros sintéticos se aplican a la superficie del sustrato para encolarlos y sellarlos contra la penetración de aceites y suciedad
35 encontrados en circulación.

Aunque todos estos enfoques de alguna manera solucionan el problema de proporcionar sustratos de seguridad duraderos, todavía sigue habiendo una necesidad para documentos con tiempos de vida de circulación mejorados. En particular, sigue existiendo la necesidad de sustratos de seguridad que tengan una mejor resistencia a la
40 suciedad y una integridad física combinada con un menor impacto ambiental, incluyendo la biodegradabilidad final de su vida útil o facilidad para volver a la fabricación de pasta de residuos de producción.

Como la celulosa es uno de los polímeros naturales más comúnmente encontrados, se ha realizado mucha investigación en los últimos años en las formas de procesar fibras de celulosa para mejorar su utilidad. Esto condujo a la investigación en celulosa microfibrilada. La microfibrilación es el proceso de apertura de la estructura de la fibra para aumentar la relación de la superficie respecto al volumen de la misma. También resulta en el acortamiento de las fibras, lo que resulta en un tamaño de partícula fino del orden de micrómetros hasta decenas de micrómetros, de tal manera que las microfibrillas exhiben una característica similar a un gel en agua con propiedades pseudoplásticas y tixotrópicas. La fabricación de celulosa microfibrilada (MFC) llegó primero a finales de 1970. Sin
50 embargo, las propiedades antes mencionadas hacen de la MFC un material difícil de manejar, de modo que los usos comerciales de la MFC han tenido un desarrollo lento.

En la industria del embalaje, se ha encontrado que la MFC mejora las propiedades de una barrera de vapor de agua de un recubrimiento de dispersión a partir de partículas coloidales de un polímero. Esto se describe en el documento WO-A-2011/056130. La adición de la MFC para el recubrimiento de dispersión se ha demostrado que mejora la capacidad de retención de agua y reduce la fragilidad del recubrimiento.
60

El documento WO-A-2011/078770 describe el uso de MFC en una disposición en capas para proporcionar un sustrato de papel o de cartón que tiene propiedades de barrera frente a líquidos, vapor y gases. Para proporcionar esto, el papel o sustrato de cartón tiene una primera capa a base de fibras, una segunda capa que comprende MFC y una tercera capa que comprende un polímero. Se proporciona la capa de MFC para aumentar la densidad de la
65

capa de fibras y para alisar su superficie, que a su vez aumenta la suavidad y la capacidad de adherencia de la capa de polímero que proporciona la barrera conocida a líquidos/vapor. Se ha encontrado que la combinación de las capas de MFC y polímero proporciona buenas propiedades de barrera de oxígeno que no son proporcionadas por el uso del recubrimiento de polímero por sí mismo.

5 La técnica anterior tiene que ver con el uso de MFC como parte de un recubrimiento de barrera a base de polímero. Los recubrimientos de barrera a base de polímero no son ideales para su uso en documentos de seguridad, en particular como recubrimiento de un papel de seguridad que ha de ser impreso, ya que el tiempo necesario para que las tintas de seguridad típicas se sequen (tintas litográficas a base de aceite y tintas de huecograbado) será más
10 lento que en el papel, donde la tinta puede ser absorbida en la superficie del papel áspero.

El documento EP-A-0198837 divulga papel con propiedades de superficie mejoradas, especialmente propiedades de impresión y de recubrimiento. La invención se caracteriza por que el papel comprende una capa de superficie que consiste en pulpa de papel muy golpeada, material fino o fibras separadas a partir de pulpa de papel muy golpeada
15 y/o material fino, posiblemente fibras que contienen, a partir de agua blanca, una cantidad de como máximo 10 g/m^2 , preferentemente como máximo 5 g/m^2 .

El documento WO-A-2008/054581 divulga un documento de seguridad resistente a la suciedad y/o a la humedad y un método para producir este documento seguro. El método de la invención emplea preferentemente una prensa de encolado u otro dispositivo similar para forzar una formulación resistente a la suciedad y/o a la humedad en los poros del sustrato y para eliminar el exceso de formulación de sus superficies opuestas. Las formulaciones resistentes a la suciedad y/o a la humedad cuando se aplican de esta manera en lugar de por medio de técnicas de recubrimiento estándar, no enmascaran los efectos ópticamente variables generadas por OVDs no porosos que se pueden emplear en o dentro de estos documentos de seguridad. Además, las capas delgadas de fibras (por
20 ejemplo, fibras de fabricación de papel) suprayacentes y así las porciones de incrustación de los dispositivos de seguridad en documentos de seguridad con ventanas que se han vuelto resistentes a la suciedad y/o a la humedad de acuerdo con esta invención muestran una mayor durabilidad.

El documento WO-A-2011/068457 divulga un procedimiento para producir un producto de papel o cartón, cuyo procedimiento comprende las etapas de, proporcionar una composición que comprende fibras, la adición de almidón a la composición, la adición de celulosa microfibrilada a la composición, la conducción de la composición a un alambre para formar una banda, en la que se añaden por separado almidón y celulosa microfibrilada a la
30 composición.

Así, el uso de MFC se conoce en la industria del papel y cartón para algunas aplicaciones limitadas, como se describe anteriormente. La presente invención ha surgido a través del sorprendente descubrimiento de que, cuando se utiliza por sí mismo con un sustrato de papel, y no en combinación con una capa de polímero, proporciona ventajosamente un nivel inesperado de la resistencia a la suciedad. Además, el uso del material de MFC de esta manera permite mantener las características de la superficie del papel, que proporciona una resistencia mejorada a la suciedad, sin impactar significativamente en las características de secado de la tinta del papel de seguridad.
40

La invención se basa en el uso de una forma particular de fibra de celulosa conocida como celulosa microfibrilada (MFC), que se incorpora en y/o se aplica a la superficie de un sustrato de papel, para mejorar la resistencia de documentos de seguridad, tales como billetes de banco, hechos a partir del sustrato y para reducir su absorción de suciedad debido a la manipulación diaria.
45

La invención proporciona por lo tanto un sustrato de papel resistente a la suciedad hecho de una pasta que contiene una suspensión de fibras de papel y tratado con celulosa microfibrilada, de tal manera que espacios de los poros de los puentes de la celulosa microfibrilada formados por y entre las fibras de papel en al menos una superficie del sustrato proporcionan resistencia a la suciedad.
50

La celulosa microfibrilada se puede añadir a la pasta y/o aplicarse al sustrato antes de la impresión y/o después de la impresión.

55 La invención comprende además un papel de seguridad formado a partir del papel resistente a la suciedad mencionado anteriormente, que comprende una característica de seguridad abierta a la que se aplica un recubrimiento resistente a la suciedad basado en celulosa microfibrilada transparente o barniz.

La invención comprende, además, un documento de seguridad que comprende el sustrato de papel resistente a la suciedad mencionado anteriormente, en el que el documento se imprime antes de aplicar la celulosa microfibrilada como un recubrimiento a la superficie del sustrato.
60

La invención también comprende un método de fabricación de un sustrato de papel resistente a la suciedad que comprende las etapas de formar un sustrato de papel intermedio a partir de una pasta que comprende una suspensión de fibras de papel y recubrir el sustrato con un recubrimiento que comprende celulosa microfibrilada, de tal manera que los espacios de los poros de los puentes de la celulosa microfibrilada formados por y entre las fibras
65

del papel en al menos una superficie del sustrato proporcionan la resistencia a la suciedad.

La invención comprende además un método de fabricación de un sustrato de papel resistente a la suciedad que comprende la etapa de añadir celulosa microfibrilada a una pasta que comprende una suspensión de fibras de papel y formar el sustrato, de modo que espacios de los poros de los puentes de celulosa microfibrilada formados por y entre las fibras de papel en al menos una superficie del sustrato proporcionan la resistencia a la suciedad.

Los problemas mencionados anteriormente se solucionan así sustancialmente mediante la presente invención. La celulosa microfibrilada (MFC) tiene la ventaja de que es inherentemente de bajo coste, en comparación con los recubrimientos de polímero, ya que se produce a partir de una materia prima común, tal como la pulpa de madera o de algodón, en lugar de un proceso de síntesis química complejo basado en productos petroquímicos.

Debido a su sorprendente capacidad para conectar la estructura de poro superficial inherente del papel, se requiere significativamente menos recubrimiento de MFC para obtener el mismo efecto que un recubrimiento de polímero equivalente, lo que proporciona un beneficio de procesamiento. Esto es debido a la naturaleza de las fibrillas de la MFC, que permite conectar la estructura de poros del papel. A diferencia de los recubrimientos resistentes a la suciedad a base de polímeros conocidos, los recubrimientos de MFC de la presente invención no fluirán dentro del sustrato de papel cuando se calientan y, por tanto, toda la MFC se utilizará para conectar la estructura de poros y, por lo tanto, mejorar la resistencia a la suciedad. Con el recubrimiento de polímero, por otro lado, un volumen significativo del recubrimiento fluirá en la estructura del papel y sólo una fracción funcionará como un recubrimiento resistente a la suciedad en la superficie.

De manera similar, cuando la MFC se incorpora en el sustrato durante el proceso de fabricación del papel (en lugar de por medio de un proceso de recubrimiento que requiere etapas de procesamiento adicionales), esto conduce a una reducción de la porosidad del sustrato, lo que mejora la resistencia del sustrato a la suciedad, en comparación con el papel hecho de la forma habitual.

Ventajosamente, con la MFC que consiste predominantemente en celulosa modificada físicamente, sufre la misma degradación biológica que la celulosa a granel del sustrato, y los residuos se pueden incorporar directamente de nuevo en la pasta de fabricación de papel mediante procesos de fabricación de pulpa adicional estándares.

Métodos para producir celulosa microfibrilada se describen en, por ejemplo, en el documento GB-A-2066145, en el que una suspensión líquida de celulosa a alta presión se hace pasar a través de un orificio para provocar una descompresión explosiva de la suspensión y de las fibras contenidas en la misma. Desafortunadamente, el gasto de energía necesario para producir MFC por medios mecánicos es muy alto, requiriendo aproximadamente 30000 kWh/tonelada de producto. Enfoques alternativos se describen en, entre otras, el documento WO-A-2007/091942, que divulga un proceso enzimático mediante el que se puede realizar microfibrilación de pulpa de madera, lo que resulta en un producto comparable al descrito en el documento GB-A-2066145, pero con una reducción drástica del gasto de energía. La MFC de la presente invención pueden prepararse a partir de cualquier fuente de material celulósico, incluyendo pulpa de madera o, preferentemente, fibras de algodón. La pulpa de madera contiene un 40-50 % de celulosa, mientras que las fibras de algodón contienen hasta alrededor del 90 % de celulosa.

La celulosa que se encuentra en la fibra de algodón muestra un mayor grado de polimerización en comparación con la celulosa derivada de otras fibras naturales y pulpas de madera especialmente blandas y duras. La combinación de mayor grado de polimerización y el mayor contenido de celulosa hace que sea generalmente más difícil para la microfibrilación u homogeneización para generar fácil MFC de algodón. Debido a las dificultades en el proceso, el algodón no sería una elección natural del material de base para la generación de MFC.

La siguiente tabla muestra algunos valores típicos para las dimensiones de las fibras de celulosa antes de, y después de, el proceso microfibrilación antes citado:

	Longitud	Anchura	Espesor
Algodón no microfibrilado	0,8-1,2 mm	10-20 μ m	3-20 μ m
Celulosa microfibrilada	1-100 μ m	5-10 nm	5-10 nm

La longitud de las fibras en la MFC puede ser de hasta 100 μ m, y preferentemente 50 μ m o menos, y es más preferentemente de 10 μ m o menos.

La anchura de las fibras en la MFC puede estar en el intervalo de 1 a 100 nm, preferentemente de 2 a 50 nm, preferentemente de 5 a 20 nm y más preferentemente de aproximadamente 5 nm.

El espesor de las fibras puede estar en el intervalo de 2 a 50 nm, preferentemente 5 a 20 nm y más preferentemente es de aproximadamente 5 nm.

Debe indicarse en particular que las tres o más órdenes de magnitud en todas las dimensiones de las fibras se reducen durante el proceso.

En una realización de la presente invención, la MFC se utiliza como un recubrimiento aplicado a la superficie externa de un sustrato de papel, para proporcionar un sustrato a partir del cual se pueden realizar documentos de seguridad, tales como billetes de banco, para aumentar la resistencia a la suciedad. Tradicionalmente los recubrimientos basados en polímeros utilizados requieren un peso de recubrimiento de aproximadamente 2 gramos/m² (gsm) para proporcionar un índice de suciedad del 15 al 30 %. Usando MFC, se puede obtener un nivel similar de resistencia a la suciedad mediante un peso de recubrimiento significativamente menor en el intervalo de 0,1 a 5 gsm, preferentemente de 0,5 a 3gsm y más preferentemente de 1 gsm. En el presente contexto, el índice de suciedad se define como la relación de las diferencias en las luminosidades de los sustratos con y sin recubrimiento, sometidos a procedimientos de ensuciamiento estándar, expresado como un porcentaje. El experto en la materia estará familiarizado con la llamada prueba de ensuciamiento de FIRA (Asociación de Investigación de la Industrias del Mobiliario), citada en el documento WO-A-9628610. En esta prueba, una muestra del papel se coloca en un extremo de un cilindro junto con una muestra de referencia colocada en el extremo opuesto y 20 cubos de fieltro impregnados de sudor artificial y grafito coloidal. El cilindro se hace girar en direcciones alternas durante un período de 30 minutos. Se mide el cambio en la reflectancia de las muestras impresas y se calcula la recogida de suciedad relativa mediante la comparación de los resultados de la prueba. En estas pruebas, los sustratos resistentes a la suciedad, tal como el papel recubierto Platinum[®] suministrado por De La Rue (Reino Unido) y el papel AST[®] suministrado por Crane & Co (EE.UU.) alcanzan índices de suciedad de entre el 20 y el 30 %. El sustrato de papel recubierto de MFC de la presente invención consigue un índice de suciedad equivalente.

Se cree que la celulosa microfibrilada, con su estructura químicamente idéntico, tiene interacciones más fuertes con, y es más eficiente en la reducción de los poros entre las fibras no microfibriladas del sustrato que los recubrimientos poliméricos típicamente empleados. Esto significa que el número de extremos de fibras sueltos y la superficie total del sustrato se reduce, produciendo una reducción concomitante en la suciedad. La MFC se vuelve cristalina cuando se cura, lo que ayuda a sellar los poros y a resistir la suciedad a base de aceite. Además, la eliminación de las diferencias en la higroscopicidad entre el recubrimiento y el sustrato resuelve las deficiencias de los sustratos de seguridad laminares existentes identificados anteriormente.

El papel deriva su resistencia mecánica del enlace de hidrógeno entre las microfibrillas de celulosa. La MFC, que es también de celulosa, también tendrá la capacidad de formar enlaces de hidrógeno, no sólo entre las nanofibrillas del MFC, sino con las microfibrillas de celulosa de las fibras de papel. Por lo tanto, se adhiere bien a las fibras de papel base.

La MFC se puede aplicar a un sustrato de papel mediante cualquier método de recubrimiento conocido, tal como rasquetas, recubrimiento con rodillo de inmersión, huecogrado, flexografía, etc., siendo las técnicas preferidas recubrimiento por inmersión y huecogrado. La MFC se suministra típicamente al sustrato como una suspensión de fibras, preferentemente en un medio acuoso, teniendo la suspensión un contenido de sólidos de aproximadamente un 3 % en peso (w/w). Una ventaja particular de la utilización de MFC como un recubrimiento sobre un sustrato de papel seguro es que los recubrimientos producidos a partir de suspensiones que tienen un contenido de sólidos en el intervalo del 0,1 al 30 % en peso (w/w), y preferentemente en el intervalo del 2 al 15 % en peso (w/w), son transparentes y, por lo tanto, no afectan a la aparición de las características de seguridad incorporadas en el sustrato de papel, tal como marcas de agua o hilos de seguridad incrustados o parcialmente incrustados. Además de los métodos de recubrimiento adicionales, la MFC se puede suministrar al sustrato usando una prensa de tamaño en línea en una máquina de papel. En este caso, la MFC se mezcla con agua para obtener una formulación acuosa que tiene un contenido de sólidos que varía desde aproximadamente del 1 al 30 % en peso seco, y más preferentemente del 1 al 10 % en peso seco.

En una segunda realización de la presente invención, la MFC se incorpora a través del cuerpo del sustrato de papel mediante su mezcla con pasta de fibra de algodón estándar en la etapa de fabricación de papel de la producción. En un ejemplo típico, la adición del 10 % de MFC a la masa de un sustrato a base de fibra de algodón proporciona un índice de ensuciamiento de acuerdo con la misma prueba como se describió anteriormente, del orden del 15 %. La pasta se forma preferentemente mediante la adición de celulosa microfibrilada a la suspensión de fibras de papel en una cantidad de hasta el 30 % en peso. La MFC es una suspensión de fibras en un medio acuoso que tiene preferentemente un contenido de sólidos del 0,01 al 1 % en peso, y más preferentemente del 0,05 al 0,5 % en peso.

En una tercera realización de la presente invención, la MFC se utiliza como un barniz posterior a la impresión para mejorar aún más la durabilidad de circulación de los documentos de seguridad recubiertos con el mismo. Las tintas de impresión se formulan para optimizar su adhesión al sustrato sobre el que se van a imprimir. Como el sustrato a base de algodón y el barniz posterior a la impresión basado en MFC comparten químicas idénticas, la adherencia entre el barniz, la tinta y el sustrato también se ha optimizado. Los barnices posteriores a la impresión pueden aplicarse mediante cualquier técnica de recubrimiento adecuada conocida para el experto. Las técnicas preferidas incluyen flexografía, que se puede utilizar para depositar pesos de recubrimiento de aproximadamente 1 gsm a partir de un 3 % en peso de suspensión de MFC. La formulación del recubrimiento de MFC debe seleccionarse para que sea lo suficientemente transparente como para no interferir con la impresión subyacente y otras características de

seguridad en el documento de seguridad acabado. Un peso de recubrimiento de aproximadamente 1 gsm a partir de un 3 % en peso de suspensión de MFC sería transparente. El intervalo preferido para el contenido de sólidos de la suspensión de MFC sería del 0,1 al 30 % en peso, y más preferentemente del 2 al 15 % en peso.

- 5 Las fibras que están presentes en la pasta de papel inicial puede ser todas fibras naturales o una mezcla de fibras naturales y sintéticas, o todas fibras sintéticas. Las fibras utilizadas pueden ser, por ejemplo, PVOH, poliamida, poliéster, u otras poliolefinas.

- 10 Aunque la principal ventaja requerida de utilizar MFC en la presente invención es proporcionar una mejor resistencia a la suciedad, también se constató que cuando se incrementó la relación de MFC utilizada, o añadida, en el papel, hubo un aumento consecuente en la resistencia del sustrato de papel, una disminución de la porosidad y una mejora en las pruebas de pliegues dobles. Las pruebas de pliegues dobles miden la durabilidad del papel cuando se pliega varias veces bajo una carga constante. Un probador de pliegues dobles Schopper se puede utilizar para determinar el número de veces que un artículo puede ser doblado hasta que se rompa. La resistencia al plegado se cita como el número de pliegues dobles hasta que se rompe de papel (a 23°C y 50 % HR).

Estas mejoras se ilustran mediante los resultados de las pruebas que se indican a continuación.

- 20 Los siguientes resultados se obtuvieron en las pruebas manuales en hojas de mano de 90 g formadas utilizando pasta de papel de hoja de agua y MFC. Lotes separados de MFC se formaron a partir de pulpa de algodón y pulpa de madera, respectivamente, y estos se añaden para separar los lotes de la pasta de papel en diferentes proporciones (0, 5, 10, 15 y 20 % en peso), como se ilustra en las tablas siguientes. La MFC se diluyó para proporcionar un gel que comprende del 0,15 al 0,17 % de microfibrillas en agua.

25

MFC de pulpa de madera

%	g	g	M1	ml
Velocidad de adición de MFC	Peso seco de la hoja manual	MFC peso seco/hoja	Vol de MFC para agregar @0,15 %	Vol de pasta utilizado
0	1,8	0	0	460
5	1,8	0,09	60	435
10	1,8	0,18	120	410
15	1,8	0,27	180	385
20	1,8	0,36	240	360

MFC de pulpa de algodón

%	g	g	M1	ml
Velocidad de adición de MFC	Peso seco de la hoja manual	MFC peso seco/hoja	Vol de MFC para agregar @0,15 %	Vol de pasta utilizado
0	1,8	0	0	425
5	1,8	0,09	60	405
10	1,8	0,18	120	385
15	1,8	0,27	180	365
20	1,8	0,36	240	345

- 30 Ocho hojas de cada se secaron y se sometieron a pruebas de resistencia a la tracción, de pliegues dobles y de porosidad con los resultados promedio que se muestran a continuación.

La prueba de Bendtsen es una prueba estándar y podemos citar la norma ISO 5636-3

% de MFC	0	5	10	15	20
Porosidad Bendtsen (ml/min)	107,7	45,7	26,7	6,7	3,3
Pliegues dobles	2091	1327	2476	2335	2895
Resistencia a la tracción (kgf)	7,2	6,5	10,1	10,0	11,1

- 35 MFC de pulpa de algodón

% de MFC	0	5	10	15	20
Porosidad Bendtsen (ml/min)	120	77	35	15	6
Pliegues dobles	996	2652	2158	3290	3267

% de MFC	0	5	10	15	20
Resistencia a la tracción (kgf)	7,2	7,9	9,1	10,1	11,5

El aumento de la resistencia del sustrato de papel y la mejora en los resultados de la prueba de dobles pliegues eran más significativos cuando se añadió algodón basado en MFC a la pasta en comparación con MFC basado en madera. Los beneficios adicionales de resistencia de la MFC basado en algodón reduce la creación de poros en el sustrato de papel cuando está en circulación como un billete de banco u otro sustrato seguro. Una reducción en los poros conduce a una reducción de la suciedad, ya que la suciedad tiende a acumularse en los poros en la superficie de un billete de banco o sustrato seguro.

En otras realizaciones, la MFC se puede incorporar en la pasta y aplicarse como un impresión previa o recubrimiento posterior a la impresión. En este caso, el recubrimiento de impresión previa se puede aplicar usando una prensa de encolado.

Capas adicionales resistentes a la suciedad también se pueden recubrir sobre el papel. Esto podría tomar la forma de un recubrimiento de impresión previa convencional que son típicamente sistemas de aglomerante de resina acuosa, tal como los basados en dispersiones de poliuretano y como se describen en el documento EP-A-0815321. Un ejemplo típico es Platinum® como se vende por De La Rue International Limited. Alternativamente, una prensa de encolado se puede utilizar para aplicar el recubrimiento, tal como se conoce a partir del documento EP-A-2074260. Por ejemplo, sistemas basados en resina de poliéter-poliuretano se utilizan normalmente para la prensa de encolado. La aplicación de un recubrimiento anti-suciedad de impresión previa convencional sobre un sustrato de papel con MFC incorporado en la pasta resulta en una mejora sorprendentemente significativa de la resistencia a la suciedad en la que se observa sin la MFC incorporada en la pasta.

En un ejemplo, la pasta de papel se formó añadiendo MFC derivada de algodón a la suspensión de fibras de papel en una cantidad del 15 % en peso. El papel resultante se recubrió adicionalmente con una prensa de encolado, como se describe en el documento EP-A-2074260, utilizando una formulación acuosa de una selección de resinas termoplásticas tales como resinas que tienen un enlace de éster (por ejemplo, resinas de poliéster y resinas de poliéter), resinas de poliuretano, resinas de poliuretano funcionalizadas (por ejemplo, resinas de poliuretano carboxilado), y copolímeros (por ejemplo, resinas de uretano acrílico, resinas de poliéter-uretano y resinas de acrilato de estireno) y mezclas de las mismos. Alternativamente, el papel se recubrió con un poliuretano Platinum® utilizando materiales y técnicas descritas en el documento EP-A-0815321. El peso de recubrimiento de este recubrimiento de poliuretano estará entre 0,05 y 20 gsm, y más preferentemente entre 0,5 y 5 gsm.

Se observó una mejora en la resistencia a la suciedad cuando la MFC se incorpora en el sustrato de papel y después se aplica como recubrimiento usando una prensa de encolado. Por ejemplo, la pasta de papel se formó mediante la adición de MFC derivada de algodón a la suspensión de fibras de papel en una cantidad del 15 % en peso y, a continuación, se dimensionó con MFC derivado de algodón con una consistencia de aproximadamente el 2 % sobre una base de peso en seco utilizando una prensa de encolado. El tamaño se hace mezclando la MFC derivada de algodón con agua para formar una formulación acuosa que tiene un contenido de sólidos del 2 % en peso seco. Sorprendentemente, se obtuvo una mejora adicional significativa en la resistencia a la suciedad si el papel resultante se recubre entonces con una capa adicional resistente a la suciedad, por ejemplo, con un recubrimiento seco de 2 gsm de una formulación de dispersión de poliuretano, tal como Platinum®. La combinación de MFC en la pasta de papel y luego la aplicación de MFC usando una prensa de encolado, seguido por un recubrimiento resistente a la suciedad de poliuretano convencional produjo una mejora del 50 % de la resistencia a la suciedad en comparación con la normalmente alcanzada por los productos de poliuretano convencionales.

Esta mejora podría explicarse por el cierre eficaz de los microporos en el artículo de MFC. Esto reduciría la cantidad de la capa adicional resistente a la suciedad, tal como un recubrimiento de poliuretano convencional, que penetra en el poro en el papel y, por lo tanto, más recubrimiento está disponible en la superficie. Esto da como resultado una película más coherente de formación de poliuretano en la superficie, reduciendo la penetración y la acumulación de la suciedad.

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco hechos de una pasta que comprende una suspensión de fibras de papel y celulosa microfibrilada, conectando la celulosa microfibrilada los espacios de poro formados por y entre las fibras del papel en al menos una superficie del sustrato para proporcionar resistencia a la suciedad, **caracterizado por que** la celulosa microfibrilada se produce a partir de pulpa de algodón, y **por que** la longitud de las fibras en la celulosa microfibrilada está en el intervalo de 1 a 100 μm , y la anchura de dichas fibras está en el intervalo de 2 a 50 nm.
2. Un método para fabricar un sustrato papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco que comprende la etapa de añadir celulosa microfibrilada a una pasta que comprende una suspensión de fibras de papel y formar el sustrato, en el que la celulosa microfibrilada conecta la celulosa microfibrilada los espacios de poro formados por y entre las fibras del papel en al menos una superficie del sustrato para proporcionar resistencia a la suciedad, **caracterizado por que** la celulosa microfibrilada se produce a partir de pulpa de algodón, y **por que** la longitud de las fibras en la celulosa microfibrilada está en el intervalo de 1 a 100 μm , y la anchura de dichas fibras está en el intervalo de 2 a 50 nm.
3. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la celulosa microfibrilada se añade a la pasta como una suspensión de fibras en un medio acuoso, cuya suspensión tiene un contenido de sólidos del 0,01 al 1 % en peso, y preferentemente del 0,05 al 0,5 % en peso.
4. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la celulosa microfibrilada se añade a la pasta en una cantidad de hasta el 30 % en peso.
5. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la celulosa microfibrilada se aplica como un recubrimiento a la superficie del sustrato después de la formación de un sustrato de papel intermedio a partir de la suspensión de fibras de papel.
6. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una la reivindicación 5, en el que el recubrimiento de celulosa microfibrilada se aplica mediante una prensa de encolado.
7. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en el que el recubrimiento de celulosa microfibrilada se aplica a la superficie del sustrato después de que el sustrato se haya impreso.
8. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el peso de recubrimiento del recubrimiento de celulosa microfibrilada está en el intervalo de 0,1 a 5 gsm, y preferentemente de 0,5 a 3 gsm, y más preferentemente 1 gsm.
9. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el recubrimiento de celulosa microfibrilada es una suspensión de fibras en un medio acuoso, teniendo la suspensión un contenido de sólidos del 0,1 al 30 % en peso, y preferentemente del 2 al 15 % en peso.
10. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud de las fibras en la celulosa microfibrilada es de hasta 50 μm , y más preferiblemente de hasta 10 μm .
11. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la anchura de las fibras en la celulosa microfibrilada está en el intervalo de 5 a 20 nm, y es preferiblemente 5 nm.
12. Un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco o un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espesor de las fibras en la celulosa microfibrilada está en el intervalo de

1 a 100 nm, preferiblemente 2 a 50 nm, preferiblemente de 5 a 20 nm, y es más preferiblemente de 5 nm.

5 13. Un papel de seguridad formado a partir del sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco según la reivindicación 1 o una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12 como dependiente de la reivindicación 1, que comprende una característica de seguridad abierta a la que se aplica un recubrimiento resistente a la suciedad basado en celulosa microfibrilada transparente o barniz.

10 14. Un documento de seguridad que comprende el sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco según la reivindicación 1 o una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 13, como dependiente de la reivindicación 1, en el que el documento se imprime antes de aplicar un recubrimiento de celulosa microfibrilada a la superficie del sustrato.

15 15. Un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco según la reivindicación 2 o una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12 como dependiente de la reivindicación 2, que comprende además la etapa de aplicar una capa adicional resistente a la suciedad.

20 16. Un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco según la reivindicación 15, en el que la capa adicional resistente a la suciedad se aplica antes de imprimir el sustrato.

17. Un método de fabricación de un sustrato de papel de seguridad resistente a la suciedad para billetes de banco según la reivindicación 15, en el que la capa adicional resistente a la suciedad se aplica después de que el sustrato se haya impreso.