

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 819**

51 Int. Cl.:

D21G 1/02 (2006.01)

D21F 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2013** **E 13160419 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015** **EP 2644773**

54 Título: **Revestimiento de cilindro**

30 Prioridad:

30.03.2012 DE 102012205221

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

23.12.2015

73 Titular/es:

VOITH PATENT GMBH (100.0%)
St. Pöltener Str. 43
89522 Heidenheim, DE

72 Inventor/es:

BREINER, THOMAS;
POLLASCHEK, STEFAN y
GROHMANN, FRANZ, DR.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 554 819 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

Revestimiento de cilindro.

La invención parte de un revestimiento de cilindro, especialmente para uso en trenes alisadores y calandrias, según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 El uso de resinas epoxídicas reforzadas con fibras y cargadas para revestimientos de calandrias y otros revestimientos de cilindros estables frente a la abrasión para su aplicación en la industria papelera y aplicaciones similares es ya estado de la técnica desde hace bastante tiempo.

10 Por ejemplo, se conoce por la patente EP 1 612 329 B1 el recurso de adaptar y modelar mediante el uso de nanopartículas, también en combinación con partículas de mayor tamaño, determinadas propiedades del revestimiento de un cilindro, tal como la estabilidad frente a la abrasión y el módulo de compresión (por ejemplo determinado según EN ISO 604:2003, punto 3.6), ajustándolas a los respectivos requisitos en la posición deseada del cilindro.

El documento WO 2011/015408 A1 describe un dispositivo que comprende un revestimiento de cilindro con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

- 15 Las porciones empleadas de materiales de carga son siempre un compromiso entre los diferentes requisitos impuestos al revestimiento del cilindro. Para conseguir una estabilidad lo más alta posible frente a la abrasión y el alto módulo de compresión deseado es deseable un grado de carga lo más alto posible.

20 Sin embargo, debido a la rugosidad superficial que se establece durante el uso está limitada especialmente la cantidad de materiales de carga duros y estables frente a la abrasión en un tamaño de grano $> 0,5\mu\text{m}$, ya que, en caso contrario, se produce una superficie demasiado rugosa que influye negativamente sobre el alisado deseado del papel.

25 Esto constituye un factor limitador especialmente en aplicaciones que imponen requisitos especialmente altos al brillo y/o la lisura del papel. Además, un contenido creciente de material de carga conduce, a partir de ciertos límites, a una fragilización creciente del material y, por tanto, a un riesgo creciente de daños masivos bajo una sobrecarga puntual o bajo tensiones térmicas producidas.

Por consiguiente, el cometido de la invención consiste en eliminar las desventajas conocidas del estado de la técnica e indicar un revestimiento de cilindro que muestre tanto un alto módulo de compresión como una buena estabilidad frente a la abrasión junto con, al mismo tiempo, una rugosidad superficial muy pequeña en funcionamiento y una fragilidad lo más reducida posible.

- 30 El problema se resuelve mediante las particularidades caracterizadoras de la reivindicación 1 independiente en combinación con las características genéricas.

35 Según la invención, se ha previsto a este respecto que, por un lado, estén presentes al menos tres materiales de carga que tengan cada uno de ellos diferentes tamaños de grano medios diferentes y que, por otro lado, el revestimiento de cilindro presente después de una fase de rodaje una rugosidad superficial de equilibrio inferior a $0,25\ \mu\text{m Ra}$.

40 Mediante la combinación al menos triple de diferentes materiales de carga minerales o materiales duros sintéticamente fabricados con tamaños de grano medios diferentes se logra una alta estabilidad frente a la abrasión junto con, al mismo tiempo, una rugosidad superficial muy pequeña en uso y una alta estabilidad mecánica y térmica. La rugosidad superficial requerida proporciona a su vez un excelente resultado de alisado en el producto final.

Otros aspectos y formas de realización ventajosos de la invención se desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

Es ventajoso que la rugosidad superficial en uso ascienda a menos de $15\ \mu\text{m Ra}$, de modo que pueda mejorarse el resultado de brillo y lisura en el producto final.

- 45 Ventajosamente, un primer material de carga puede presentar un tamaño de grano medio en el intervalo de 1 a 100 nm preferiblemente de 10 a 30 nm. Se logran así una alta estabilidad frente a la rotura y un aumento del módulo de compresión.

50 Un segundo material de carga puede presentar un tamaño de grano medio en el intervalo de 50 a 2000 nm, preferiblemente de 100 a 300 nm, y asume ventajosamente una función de puente entre materiales de carga grandes y pequeños. Reduce la erosión de la matriz de resina en la superficie libre entre los materiales de carga

grandes.

Un tercer material de carga puede presentar un tamaño de grano medio en el intervalo de 0,5 a 7 μm , preferiblemente de 1 a 4 μm , y, por tanto, puede producir un aumento adicional del módulo de compresión y un aumento de la estabilidad frente a la abrasión.

- 5 Según aspectos ventajosos de la invención, las distribuciones de tamaños de grano de los al menos tres materiales de carga se han elegido de modo que se solapen o no se solapen. Se puede influir así adicionalmente sobre el perfil de propiedades del revestimiento del cilindro.

Según otro aspecto ventajoso de la invención, al menos dos de los materiales de carga, especialmente tres de los materiales de carga, pueden ser químicamente idénticos.

- 10 En este caso, los al menos tres materiales de carga pueden ser diferentes. De este modo, se puede elegir dentro de un amplio surtido de materiales de carga adecuados que están disponibles en los respectivos tamaños de grano necesarios, y las diferentes propiedades (por ejemplo, alta dureza o buena fijación a la matriz) y las diferentes morfologías (por ejemplo, partículas esféricas con alta estabilidad frente a la abrasión para lograr esta misma con una pequeña rugosidad superficial resultante en funcionamiento, o materiales de carga en forma de varillas o de
15 fibras para reforzamiento de la estructura) pueden utilizarse deliberadamente para optimizar el sistema total.

Preferiblemente, al menos uno de los materiales de carga puede seleccionarse de entre: óxidos, carburos, nitruros, silicatos de aluminio, silicatos de origen mineral o sintético. Éstos presentan una alta dureza y una alta estabilidad frente a la abrasión y están disponibles comercialmente en múltiples versiones.

- 20 Según un aspecto ventajoso de la invención, el primer material de carga puede seleccionarse también de entre: sulfatos, carbonatos, fosfatos, titanatos, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono, metales o mezclas de los mismos.

De manera especialmente preferida, los materiales de carga, especialmente el primer material de carga, pueden estar modificados en su superficie, lo que permite una mejor fijación a la matriz de resina.

- 25 Según un aspecto ventajoso de la invención, el contenido de materiales de carga en el sistema de matriz puede encontrarse entre 0,5 y 30 por ciento en volumen. Este valor representa un buen término medio para la lisura máxima obtenible a la elasticidad requerida.

- Ventajosamente, el contenido del primer material de carga es de 2 a 25 por ciento en volumen, preferiblemente 5 a 20 por ciento en volumen, mientras que el contenido del segundo material de carga es de 0,5 a 5 por ciento en volumen, preferiblemente 0,5 a 3 por ciento en volumen, y el contenido del tercer material de carga es de 0,5 a 10
30 por ciento en volumen, preferiblemente 2 a 7 por ciento en volumen.

Preferiblemente, el sistema de matriz puede ser un duroplasto, especialmente una resina epoxídica amínica o anhídridamente reticulada o una resina epoxídica autorreticulante o un éster isocianato o mezclas de los mismos. Tales sistemas de resina se pueden obtener comercialmente dentro de un gran espectro y pueden elegirse siempre según los requisitos.

- 35 Se explica seguidamente la invención con más detalle.

Las calandrias o los trenes alisadores para bandas de material fibroso, tales como bandas de papel o de cartón, tienen la misión de alisar la banda de material fibroso directamente a continuación de su fabricación (en línea) o bien en un momento posterior (fuera de línea). Debido a esta misión se imponen a los revestimientos de los cilindros
40 existentes en una calandria unos requisitos muy altos, por un lado, con respecto a la calidad de su superficie y, por otro lado, con respecto a su estabilidad frente a cargas térmicas y mecánicas.

- Habitualmente, en una calandria están dispuestos varios cilindros formando una pila, en donde, según una forma de realización corriente, un cilindro metálico calentable corre contra un cilindro elástico no calentado formando una línea de agarre entre ellos. En primer lugar, se alisa en varias líneas de agarre consecutivas una primera cara de la banda de material fibroso por acción de presión y de calor. En una supercalandria o calandria de múltiples líneas de agarre
45 está prevista habitualmente, más o menos en el centro de la pila, una llamada línea de agarre de cambio, después de la cual la otra cara de la banda de material fibroso entra en contacto con los cilindros de calentamiento alisadores. Resulta inmediatamente de esta constelación la necesidad de configurar lo más lisa posible la superficie de los cilindros elásticos no calentados en la segunda parte de la pila para que no se aniquile el resultado de lisura ya previamente logrado de la banda de material fibroso.

- 50 Los revestimientos de los cilindros no calentados consisten habitualmente en al menos una y frecuentemente también en varias capas de diversos materiales, tales como goma, poliuretano o plásticos reforzados con fibras, que se aplican sobre un cuerpo de cilindro. Para su uso en una calandria los plásticos reforzados con fibras son

habitualmente el material de elección, ya que tienen una alta estabilidad frente a la temperatura y también una alta resistencia mecánica y una alta lisura superficial.

5 Tales plásticos presentan habitualmente un sistema de matriz a base de una resina y, como armadura, un refuerzo fibroso incrustado en dicha resina a base de fibras de vidrio, carbón, aramida u otras fibras adecuadas similares. La fabricación de tales revestimientos de cilindro es suficientemente conocida, por lo que se proporciona aquí solamente un breve resumen.

10 La fabricación puede efectuarse según diversos procedimientos conocidos. Por un lado, es posible arrollar en seco las fibras y aplicar la matriz mediante un procedimiento de colada. Otro procedimiento corriente prevé que unos haces de fibras, por ejemplo las llamadas mechas, sean arrastrados a través de un baño de resina que contiene la matriz de resina, y luego sean arrollados en húmedo sobre el cuerpo del cilindro. Se conocen también procedimientos de fundición inyectada, en los que se aplica el material de la matriz sobre un cuerpo de cilindro rotativo por medio de toberas axialmente desplazables, y estos procedimientos son adecuados para la fabricación de un revestimiento de cilindro según la invención.

15 La construcción puede efectuarse entonces en una o varias capas, pudiendo estar previstas también otras capas, como, por ejemplo, una capa de base, que sirva para la promoción de la adherencia entre el núcleo del cilindro y el revestimiento del mismo, y unas capas ligantes adicionales. Las medidas según la invención se refieren a una capa funcional del revestimiento de cilindro que entra en contacto con la banda de material fibroso.

Como sistemas de matriz entran en consideración resinas epoxídicas amínicas y anhídridamente reticuladas, pero también resinas epoxídicas autorreticulantes, ésteres isocianato y otros duroplastos o mezclas de los mismos.

20 En todos los procedimientos es posible y usual cargar la matriz de resina con materiales de carga y mejorar así sus propiedades mecánicas y térmicas.

25 El estado de la técnica conoce ya la combinación con dos materiales de carga de diferentes tamaños de grano en la matriz de resina. La práctica acredita a este respecto tanto la factura como los efectos positivos de tales combinaciones, pero las prestaciones de los revestimientos de cilindro configurados de esta manera siguen siendo insuficientes.

Por tanto, se ha previsto según la invención incorporar al menos un material de carga adicional en la matriz de resina y reducir al mismo tiempo netamente la rugosidad superficial durante el funcionamiento.

30 Gracias a la combinación de al menos tres materiales de carga diferentes al menos con respecto al tamaño de grano medio, con tamaños de grano en promedio netamente diferentes, se pueden aprovechar óptimamente las sinergias entre los distintos materiales de carga.

35 Un componente designado en lo que sigue como primer material de carga, que presenta un tamaño de grano en el intervalo comprendido entre 1 y 100 nanómetros, asume una acción como detentor de rotura y produce un aumento inherente de la resistencia mecánica y un aumento del módulo de compresión. Condición previa para ello es una buena integración en la matriz y una distribución uniforme de las partículas en la matriz. Gracias al módulo de compresión aumentado se produce en el mecanismo de desgaste de una calandria, sustancialmente inducido por presión, un fuerte desgaste que se inicia claramente más tarde, dado que se reducen la deformación y, por tanto, las tensiones producidas.

40 Un componente designado en lo que sigue como tercer material de carga, que se designa también como materiales duros "grandes", presenta un tamaño de grano en promedio en el dominio micrométrico de un dígito, aumenta primordialmente la estabilidad frente al desgaste abrasivo y conduce a un aumento adicional del módulo de compresión. Para usos de un revestimiento de cilindro que están diseñados para la optimización del brillo, hay que mantener este tercer material de carga en un grado de carga lo más pequeño posible, ya que una alta proporción de materiales de carga gruesos perjudica la lisura del revestimiento de cilindro. Hay que ajustar aquí el grado de carga de modo que pueda lograrse un valor R_a de menos de $0,25 \mu\text{m}$ o, bajo requisitos especialmente altos, de menos de $0,15 \mu\text{m}$.

45 Asimismo, se ha previsto un componente que se designa como segundo material de carga y que presenta tamaños de grano medios del orden de magnitud de $0,05$ a 2 micrómetros. El segundo material de carga realiza una función de puente entre los otros dos materiales de carga y reduce, entre otras, la erosión de la matriz entre los materiales duros "grandes" por efecto de partículas inyectadas provenientes de la banda de material fibroso o del medio de encolado.

50 En la tabla 1 se indica un compendio de los tamaños de grano medios y de las posibles distribuciones de tamaños de grano de los materiales de carga y del respectivo grado de carga.

Tabla 1

	Primer material de carga	Segundo material de carga	Tercer material de carga
	Materiales de carga de escala nanométrica	Materiales de carga de escala submicrométrica	Materiales de carga de escala micrométrica
Proporciones en volumen en la matriz epoxídica	2 – 25%	0,5 – 5%	0,5 – 10%
% preferido en volumen	5 - 20%	0,5 - 3%	2 - 7%
Tamaño de grano medio	1 - 100 nm	50 - 2000 nm	0,5 - 7 μ m
Tamaño de grano medio preferido	10 - 30 nm	100 - 300 nm	1 - 4 μ m

- 5 Los materiales para el tercer material de carga provienen preferiblemente de un primer grupo que comprende óxidos, carburos, nitruros, silicatos de aluminio, silicatos de origen mineral o sintético o bien esferas de vidrio o mezclas de los mismos.

Como materiales para el primer material de carga entran en consideración los materiales del primer grupo, pero también de un segundo grupo que comprende sulfatos, carbonatos, fosfatos, titanatos, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono o metales o mezclas de los mismos.

- 10 La elección del material del segundo material de carga puede efectuarse en ambos grupos. Preferiblemente, los materiales de carga segundo y tercero se seleccionan del mismo grupo, en particular preferiblemente del primer grupo.

El primer material de carga puede emplearse con o sin modificación de superficie; por ejemplo, puede utilizarse SiO₂ revestido con poli-L-lactida para lograr una mejor fijación a la matriz.

- 15 La composición óptima depende tanto de los materiales de carga concretamente seleccionados, sus tamaños de grano medios y su morfología como de la dureza deseada o del módulo de compresión deseado y de una rugosidad superficial lo más pequeña posible en funcionamiento.

- 20 Para la optimización del brillo con un aumento simultáneo del modulo de compresión y la consecución de una rugosidad superficial muy pequeña en funcionamiento, se incrementa la proporción del primer material de carga frente a los otros dos materiales de carga o bien la proporción del tercer material de carga es muy pequeña. Es así posible optimizar la calidad de la superficie del revestimiento de cilindro y, por tanto, el resultado de brillo y lisura para la banda de material fibroso. No obstante, en este caso, debido a la reducción o a la ausencia del material de carga duro de grano grueso, es algo más pequeña la estabilidad frente a la abrasión, con lo que pueden resultar intervalos de rectificado posiblemente más cortos.

- 25 La rugosidad superficial deberá ser preferiblemente inferior a 0,25 μ m Ra, en particular preferiblemente inferior a 0,15 μ m Ra. Los valores se indican aquí para la rugosidad superficial en funcionamiento, es decir, después de una fase de rodaje del cilindro en la respectiva posición. Después de un rectificado de preparación tras el revestimiento del cilindro, éste pasa primeramente, después de su montaje, por una cierta fase de rodaje que puede ser de unos pocos minutos hasta aproximadamente 24 horas. En este tiempo se ajusta un equilibrio en la rugosidad superficial.
- 30 La duración de la fase de rodaje y el tiempo que el cilindro gira entonces con esta rugosidad superficial aproximadamente constante dependen, entre otros factores, de la posición de montaje y del material del revestimiento del cilindro. La fase de equilibrio puede durar varios meses.

- 35 Los tres materiales de carga pueden elegirse dentro de un amplio surtido de componentes adecuados comercialmente disponibles en los respectivos tamaños de grano necesarios. Mediante la selección se pueden acentuar deliberadamente diferentes propiedades, por ejemplo una alta dureza o una buena fijación a la matriz.

- 40 Respecto de las morfologías de los tres materiales de carga se puede realizar también una elección dentro de un amplio espectro. Por ejemplo, son convenientes y posibles partículas esféricas, tales como, por ejemplo, esferas de vidrio con alta estabilidad frente a la abrasión, para lograr una alta dureza, junto con una pequeña rugosidad superficial resultante en funcionamiento. Para el refuerzo de la estructura y la optimización del sistema total se pueden utilizar materiales de carga en forma de varillas o de fibras, tales como nanotubos de carbono.

Los tres materiales de carga pueden estar distribuidos preferiblemente del modo más homogéneo posible en una capa. Sin embargo, es posible también lograr gradientes dentro de la capa o variaciones escalonadas deliberadas mediante una modificación adecuada de los procedimientos de aplicación anteriormente descritos.

REIVINDICACIONES

1. Revestimiento de cilindro, especialmente para uso en un dispositivo de fabricación o afinamiento de una banda de material fibroso, tal como una banda de papel o de cartón, en el que el revestimiento de cilindro puede formarse sobre un núcleo de cilindro de metal o de un plástico reforzado con fibras y presenta un sistema de matriz en el que están previstos materiales de carga, y en el que el revestimiento de cilindro, después de una fase de rodaje, presenta una aspereza superficial de equilibrio inferior a 0,25 μm Ra, **caracterizado** por que están previstos al menos tres materiales de carga que presentan respectivos tamaños de grano medios diferentes.
2. Revestimiento de cilindro según la reivindicación 1, **caracterizado** por que el revestimiento de cilindro presenta después de una fase de rodaje una rugosidad superficial de equilibrio inferior a 0,15 μm Ra.
3. Revestimiento de cilindro según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** por que la rugosidad superficial de equilibrio se alcanza después de un máximo de 24 horas.
4. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** por que un primer material de carga presenta un tamaño de grano medio en el intervalo de 1 a 100 nm, preferiblemente de 10 a 30 nm.
5. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que un segundo material de carga presenta un tamaño de grano medio en el intervalo de 50 a 2.000 nm, preferiblemente de 100 a 300 nm.
6. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por que un tercer material de carga presenta un tamaño de grano medio en el intervalo de 0,5 a 7 μm , preferiblemente de 1 a 4 μm .
7. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que las distribuciones de tamaños de grano de los al menos tres materiales de carga se eligen de modo que se solapen o no se solapen.
8. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por que al menos dos de los materiales de carga, especialmente tres de los materiales de carga, son idénticos.
9. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** por que los al menos tres materiales de carga son diferentes.
10. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** por que al menos el segundo material de carga y/o el tercer material de carga se eligen de entre: óxidos, carburos, nitruros, silicatos de aluminio, silicatos de origen mineral o sintético o mezclas de los mismos.
11. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizado** por que el primer material de carga se selecciona de entre: óxidos, carburos, nitruros, silicatos de aluminio, silicatos, sulfatos, carbonatos, fosfatos, titanatos, nanotubos de carbono, nanofibras de carbono, metales de origen mineral o sintético o mezclas de los mismos.
12. Revestimiento de cilindro según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el primer material de carga tiene modificada su superficie.
13. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el contenido de materiales de carga en el sistema de matriz está comprendido entre 0,5 y 30 por ciento en volumen.
14. Revestimiento de cilindro según la reivindicación 13, **caracterizado** por que el contenido del primer material de carga es de 2 a 25 por ciento en volumen, preferiblemente de 5 a 20 por ciento en volumen.
15. Revestimiento de cilindro según la reivindicación 13 o 14, **caracterizado** por que el contenido del segundo material de carga es de 0,5 a 5 por ciento en volumen, preferiblemente de 0,5 a 3 por ciento en volumen.
16. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizado** por que el contenido del tercer material de carga es de 0,5 a 10 por ciento en volumen, preferiblemente de 2 a 7 por ciento en volumen.
17. Revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el sistema de matriz es un duroplasto, especialmente una resina epoxídica amínica o anhídridamente reticulada o una resina epoxídica autorreticulante o un éster isocianato o mezclas de los mismos.
18. Uso de un revestimiento de cilindro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en un dispositivo de fabricación o afinamiento de una banda de material fibroso, tal como una banda de papel o de cartón.
19. Cilindro para uso en una calandria o un tren alisador para bandas de material fibroso, tales como bandas de papel o de cartón, en el que el cilindro presenta un núcleo de cilindro de metal o de un plástico reforzado con fibras y

sobre el núcleo de cilindro está formado un revestimiento de cilindro, **caracterizado** por que el revestimiento de cilindro está realizado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 17.

20. Uso de un cilindro según la reivindicación 19 en una calandria o un tren alisador para bandas de material fibroso, tales como bandas de papel o de cartón.