

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 404**

51 Int. Cl.:

C23C 2/00 (2006.01)

C23C 4/08 (2006.01)

C23C 4/18 (2006.01)

C23C 26/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2012 E 12197465 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2743367**

54 Título: **Rodillo de baño de inmersión y procedimiento para la fabricación de un rodillo de baño de inmersión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2015

73 Titular/es:

**OERLIKON METCO COATINGS GMBH (100.0%)
Gottfried-Linke-Strasse 205
38239 Salzgitter, DE**

72 Inventor/es:

JANSEN, FRANZ, DR.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 548 404 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

Rodillo de baño de inmersión y procedimiento para la fabricación de un rodillo de baño de inmersión

5 La invención se refiere a un rodillo de baño de inmersión para un baño de inmersión con metal líquido así como a un procedimiento para la fabricación de un rodillo de baño de inmersión de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación independiente de la categoría respectiva.

10 Para el recubrimiento metálico de materiales en forma de banda, por ejemplo chapas u otras piezas de trabajo en la industria del acero, se conoce desplazarlas a través de un baño de inmersión con metal líquido para conseguir de esta manera el recubrimiento. Ejemplos de ellos sobre el revestimiento de aluminio o el galvanizado de chapas, que se designan como aluminización al fuego o bien galvanizado al fuego. En este caso se desplaza la chapa a revestir (ver la figura 1), que está presente en forma de una banda, a través de un recipiente, en el que esté contenido el material deseado – por lo tanto, por ejemplo, aluminio o cinc, en forma fundida. Para la conducción de la banda están previstos típicamente varios rodillos, que están sumergidos totalmente en el metal fundido. Se distingue normalmente entre los rodillos del fondo (rodillos del bote), con los que se desvía la banda, y los rodillos de estabilización o bien rodillos de corrección (rodillos de soporte o rodillos correctores), que estabilizan el desarrollo de la banda.

15 A continuación se agrupan tanto los rodillos estabilizadores y los rodillos de corrección como también los rodillos del fondo con el concepto de rodillos e baño de inmersión.

20 El alojamiento de los rodillos del baño de inmersión durante la aluminización al fuego o el galvanizado representa un gran problema en virtud de la agresividad del metal líquido. Durante la aluminización, especialmente el aluminio o la colada de aluminio y silicio atacan los cojinetes mecánicos de los rodillos de baño de inmersión.

Con frecuencia, los pivotes de cojinete, que pueden estar configurados como pivotes macizos o como núcleo con un casquillo dispuesto encima, están fabricados de estelitas. La contra parte de la marcha de los pivotes de cojinete están fabricadas normalmente también de estelitas o de cerámica.

25 En virtud del ataque tribo-corrosivo de la colada metálica líquida, es decir, la combinación del ataque corrosivo con la acción de fricción entre las contra partes de la marcha del alojamiento, los pivotes de cojinete están sometidos a un desgaste enormemente alto. En el caso de la aluminización continua de la banda, los pivotes de cojinete o bien los casquillos solamente tienen un tiempo de actividad de máximo 3 a 5 días. De acuerdo con ello, están presentes disoluciones metalúrgicas y degradaciones condicionadas por la fricción de los pivotes de cojinetes tan grandes que deben sustituirse los rodillos del baño de inmersión.

30 Se conoce a partir del documento EP-A-2 145 845 un rodillo de baño de inmersión con un cuerpo de rodillo, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal así como con pivotes de cojinetes esencialmente cilíndricos para la colaboración con casquillos de cojinete con la finalidad del alojamiento del rodillo de baño de inmersión, en el que cada pivote de cojinete presenta al menos una ranura, que se extiende en la dirección circunferencial sobre toda la periferia del pivote de cojinete, y que está rellena por medio de una capa de protección generada a través de inyección térmica.

35 Aunque tales rodillos de baño de inmersión han dado muy buen resultado en la práctica, existe, sin embargo, la necesidad de mejorar todavía la resistencia a la corrosión y la resistencia al desgaste de tales rodillos de baño de inmersión.

40 Partiendo de este estado de la técnica, por lo tanto, el cometido de la invención es proponer un rodillo de baño de inmersión, con el que se pueden conseguir en baños de inmersión, especialmente baños de aluminio y baños de cinc, tiempos de actividad más elevados. Además, un cometido de la invención es proponer un procedimiento correspondiente para la fabricación de rodillos de baños de inmersión de este tipo.

Los objetos de la invención que solucionan este cometido se caracterizan por las reivindicaciones independientes de la categoría respectiva.

45 Por lo tanto, de acuerdo con la invención se propone un rodillo de baño de inmersión para un baño de inmersión con metal líquido con un cuerpo de rodillos, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, así como con un pivote de cojinete esencialmente cilíndrico para la colaboración con casquillos de cojinete con objeto del alojamiento del rodillo de baño de inmersión, en el que cada pivote de cojinete presenta una capa de protección, y en el que la capa de protección es una capa a base de wolframio o una capa a base de molibdeno, que contiene una urea y está generada por medio de un procedimiento láser.

50 Por medio del procedimiento láser se puede generar con las sustancias de base wolframio o molibdeno una estructura de fundición o al menos una estructura similar a fundición, en la que se pueden incorporar especialmente bien las ureas, de donde resulta una resistencia mejorada al desgaste y una resistencia más elevada a la corrosión

del pivote de cojinete.

Se ha mostrado que a través de esta capa de protección se puede conseguir una resistencia mejorada tanto contra el desgaste condicionado tribológicamente como también contra el ataque corrosivo del metal líquido, en particular del aluminio líquido o del cinc.

- 5 Una primera forma de realización preferida consiste en utilizar la dispersión láser como procedimiento láser. A tal fin, se introduce la urea por medio de la dispersión láser en la capa a base de volframio o la capa a base de molibdeno, que se inyecta con preferencia térmicamente sobre el pivote de cojinete.

En esta forma de realización se ha revelado que es ventajoso que la porción de la urea en la capa de protección sea al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 60 a 85 por ciento en volumen.

- 10 En una segunda forma de realización preferida, la capa de protección está generada por medio de soldadura de aplicación por láser con la adición de urea. En la solución de aplicación por láser o bien en el revestimiento por láser se utiliza de manera conocida en sí como material de partida un polvo, que se funde a través de la energía láser y se deposita sobre la sustancia de base. El polvo es entonces con preferencia una mezcla del material de base, es decir, volframio o molibdeno y la urea. Durante la soldadura por láser se incorpora entonces la urea en la fase aglutinante metálica o fase de la matriz.

En la soldadura de aplicación por laser se ha revelado que es ventajoso que la porción de la urea en la capa de protección sea al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 50 a 70 por ciento en volumen.

Puede ser ventajoso prever la capa de protección también sobre el cuerpo del rodillo, para protegerla contra ataque a través del metal líquido.

- 20 Con preferencia, la capa de protección cubre toda la superficie envolvente del pivote de cojinete, para que ésta esté protegida de una manera óptima

Con respecto a las propiedades tribológicas y a un anclaje mejorado de la capa de protección, puede ser ventajoso que cada pivote de cojinete presente al menos una ranura, que se extiende en la dirección circunferencial sobre toda la periferia del pivote de cojinete, y que esté rellena con la capa de protección.

- 25 A través de la invención se propone, además, un procedimiento para la fabricación de un rodillo de baño de inmersión para un baño de inmersión con metal líquido con un cuerpo de rodillo, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, así como con pivotes de cojinete esencialmente cilíndricos para la colaboración con casquillos de cojinete con objeto del alojamiento del rodillo de baño de inmersión, en el que cada pivote de cojinete está provisto con una capa de protección, y en el que la capa de protección es una capa a base de volframio o una capa a base de molibdeno, que contiene una urea y es generada por medio de un procedimiento por láser.

- 30 En una primera forma de realización, se utiliza como procedimiento láser la dispersión por láser. En primer lugar, se inyecta la capa a base de volframio o capa a base de molibdeno térmicamente sobre el pivote de cojinete y a continuación se introduce la urea por medio de dispersión por láser en la capa a base de volframio o capa a base de molibdeno.

- 35 En este caso, se ha revelado que es ventajoso que la porción de la urea en la capa de protección sea al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 60 a 85 por ciento en volumen.

En una segunda forma de realización preferida, la capa de protección se genera por medio de soldadura de aplicación de láser con la adición de urea. A tal fin, se utiliza para la soldadura de aplicación por láser un material de partida en polvo, que contiene tanto la fase aglutinante metálico – es decir, volframio o molibdeno – como también la urea.

- 40 En esta forma de realización, se ha revelado en la práctica que es ventajoso que la porción de urea en la capa de protección sea al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 50 a 70 por ciento en volumen.

Como ya se ha explicado en conexión con el rodillo de baño de inmersión, en el procedimiento puede ser ventajoso que la capa de protección esté prevista también sobre el cuerpo de rodillo.

- 45 Otra conducción ventajosa del procedimiento consiste en que para cada pivote de cojinete se prevé al menos una ranura, que se extiende en la dirección circunferencial sobre toda la periferia del pivote de cojinete, en el que la ranura es rellena con la capa de protección.

Otras medidas ventajosas y configuraciones ventajosas de la invención se deducen a partir de las reivindicaciones dependientes.

- 50 A continuación se explica en detalle la invención tanto en el aspecto de aparatos como también en el aspecto de la

técnica de procedimientos con la ayuda de ejemplos de realización y con la ayuda del dibujo. En el dibujo esquemático se muestra parcialmente en sección lo siguiente:

La figura 1 muestra una representación esquemática de un baño de inmersión para el recubrimiento con un metal líquido.

- 5 La figura 2 muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de un rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la invención, en la que los pivotes de cojinete se representan en la sección, y

La figura 3 muestra una representación en sección de un pivote de cojinete para una variante del ejemplo de realización de la figura 2.

- 10 La figura 1 muestra en una representación esquemática un baño de inmersión para el recubrimiento de bandas metálicas, especialmente bandas de acero, con un metal. A continuación se hace referencia al ejemplo de realización especialmente importante en la práctica, en el que el revestimiento debe realizarse con aluminio. No obstante, se entiende que la invención no está limitada a tales aplicaciones, sino que puede encontrar aplicación también para otros metales o aleaciones, por ejemplo para el galvanizado.

- 15 El baño de inmersión comprende un recipiente 10, que está lleno hasta una línea de nivel 11 con aluminio líquido 12. En el depósito están previstos un rodillo de fondo 1a así como dos rodillos estabilizadores 1b. Puesto que la invención puede encontrar aplicación tanto para el rodillo de fondo 1a como también para los rodillos estabilizadores 1b, se utiliza a continuación como concepto general también "rodillo de baño de inmersión 1", con lo que se entienden entonces el rodillo de fondo 1a y/o el rodillos estabilizador 1b o bien los rodillos estabilizadores 1b.

- 20 La banda de metal 13 a recubrir, en particular una banda de acero, se mueve a través del aluminio líquido 12, circula alrededor del rodillo de fondo 1a, donde se desvía, pasa por los dos rodillos estabilizadores 1b y entonces abandona el depósito 10. El movimiento de la banda de metal 13 se representa en la figura 1 a través de las dos flechas sin signo de referencia.

- 25 La figura 2 muestra en una representación esquemática un ejemplo de realización de un rodillo de baño de inmersión 1 de acuerdo con la invención, que puede estar configurado como rodillo de fondo 1a o como rodillo estabilizador 1b o bien como rodillo de corrección. El rodillo de baño de inmersión 1 tiene una forma general cilíndrica con un cuerpo de rodillo 2, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal A. En las dos superficies de base del cuerpo de rodillo cilíndrico 2 está previsto, respectivamente, un pivote de cojinete 3 esencialmente cilíndrico, que se extiende concéntricamente al cuerpo del rodillo 2 en la dirección del eje longitudinal A. Los pivotes de cojinete colaboran con casquillos de cojinete no representados, de manera que el rodillo de baño de inmersión 1 se puede alojar de forma giratoria en el depósito 10. Para la mejor comprensión se representan en la sección en la figura 2 los pivotes de cojinete 3.

- 35 El pivote de cojinete 3 o bien puede estar configurado como pivote macizo, que está fabricado de una sola pieza con el cuerpo del rodillo, o puede estar conectado de forma fija contra giro con el cuerpo del rodillo 2, por ejemplo a través de soldadura, o el pivote de cojinete 3 comprende un núcleo cilíndrico, sobre el que está colocado un casquillo de forma fija contra giro.

El material de base, a partir del cual están constituidos el cuerpo de rodillo 2 o bien el pivote de cojinete 3, es cualquier material, que se conoce suficientemente a partir del estado de la técnica para rodillos de baño de inmersión, por ejemplo de acero 100Cr5 para pivotes de cojinete o una aleación de fundición de hierro para cuerpos de rodillos.

- 40 De acuerdo con la invención, en cada pivote de cojinete 3 está prevista una capa de protección 41. La capa de protección 41 está prevista sobre la superficie envolvente del pivote de cojinete 3 y – como se representa en la figura 2- puede cubrir toda la superficie envolvente del pivote de cojinete 3. De manera alternativa y de acuerdo con el ejemplo de realización, también es posible que la capa de protección 41 cubra solamente una parte de la superficie envolvente del pivote de cojinete 3. Otra variante consiste en que también la superficie frontal alejada del cuerpo de rodillos 2 del pivote de cojinete 3 está cubierta con la capa de protección 41.

La capa de protección 41 es una capa a base de wolframio o una capa a base de molibdeno, en la que está incorporada la urea.

- 50 Como urea son adecuadas todas las ureas conocidas en sí, como por ejemplo boruros, nitruros (nitruro de boro cristalino cúbico, nitruro de titanio, nitruro de silicio,...), carburos (carburo de silicio, carburo de boro, carburo de wolframio, carburo de vanadio, carburo de titanio, carburo de molibdeno, carburo de tantalio,...) u óxidos (óxido de aluminio, dióxido de circonio,...).

En combinación con los materiales de base wolframio o molibdeno, también son especialmente adecuadas carburo de wolframio (WC, W₂C) o carburo de molibdeno (Mo₂C, Mac).

5 Para la fabricación del rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la invención son especialmente adecuados dos procedimientos láser conocidos en sí. En una primera forma de realización, la fabricación de la capa de protección 41 se realiza a través de dispersión por láser. En primer lugar se fabrica de manera conocida en sí el cuerpo de rodillos 2 con los pivotes de cojinete 3. A continuación se inyecta en un proceso de inyección térmica, con preferencia inyección de plasma, inyección por llama o inyección por arco voltaico, una capa de base de molibdeno o volframio. A continuación se introduce entonces por medio de dispersión por láser la urea deseada en la capa de base. La fase aglutinante metálica de volframio o molibdeno sirve en este caso para la incrustación de las ureas. Se entiende que, naturalmente, también se pueden prever mezclas de ureas en la capa de protección 41. En la dispersión láser se ha revelado que es ventajoso que la porción de la urea en la capa de protección tiene al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 60 a 85 por ciento en peso.

10 En una segunda forma de realización ventajosa, la fabricación de la capa de protección 41 se realiza por medio de soldadura de aplicación de láser o bien por medio de revestimiento de metal. A tal fin se aplica un material de partida en polvo, que contiene tanto el volframio o el molibdeno como también la urea o las ureas, de manera conocida en sí a través de soldadura por láser sobre el pivote 3, para generar de esta manera la capa de protección 41. En lugar de un único polvo como material de partida se pueden utilizar también dos polvos, que se co-depositan entonces con preferencia, es decir, al mismo tiempo en el proceso láser. En esta forma de realización, se ha revelado que es ventajoso en la práctica que la porción de la urea en la capa de protección tenga 30 por ciento en volumen y con preferencia de 50 a 70 por ciento en volumen.

15 A través de este procedimiento láser se puede generar una estructura de fundición ventajosa o al menos una estructura similar a la fundición, en la que están incrustadas las ureas.

20 Opcionalmente es posible prever la capa de protección 41 de la misma manera conveniente sobre la superficie exterior del cuerpo de rodillos 2, de manera que al menos su superficie envolvente está total o parcialmente cubierta por la capa de protección 41.

25 Se entiende que la capa de protección 41 sobre el pivote de cojinete 3 o bien sobre el cuerpo de rodillos 2 se puede someter a continuación a una mecanización final o mecanización de acabado como por ejemplo rectificado, pulido, sellado. El espesor de la capa de protección 41 tiene después de la mecanización acabado opcional con preferencia entre 500 micrómetros y algunos milímetros y de manera especialmente preferida aproximadamente un milímetro.

30 Una variante para el ejemplo de realización representado en la figura 2 se ilustra en la figura 3, estando representado en la figura 3 solamente el pivote de cojinete 3. En esta variante, en el pivote de cojinete 3 está prevista una ranura 4, que se extiende a lo largo de toda la periferia sobre la superficie envolvente del pivote de cojinete 3 y de esta manera forma una cavidad en forma de anillo en el pivote de cojinete 3. En la variante mostrada aquí existen cuatro ranuras 4, que están separadas, respectivamente, unas de las otras con la capa de protección 41.

35 Las ranuras 4 se pueden fabricar antes de la aplicación de la capa de protección 41 en una etapa de mecanización de erosión del material, por ejemplo a través de fresado.

40 En la práctica, ha dado buen resultado que cada ranura 4 presente una profundidad de al menos cincuenta micrómetros y de manera especialmente preferida una profundidad de 10 a 200 micrómetros. Las ranuras 4 se llenan totalmente con la capa de protección 41. Además, se prefiere que para cada pivote de cojinete 3 las nervaduras 5 formen al menos el 30 por ciento de la superficie del pivote de cojinete 3, las nervaduras 5 presenten, respectivamente, una anchura de 3 mm a 15 mm y cada ranura 4 presente una anchura de 3 mm a 20 mm. Como se muestra en la figura 3, en el proceso de inyección térmica también las nervaduras pueden estar provistas con el recubrimiento de protección 41, de manera que la capa de protección 41 no sólo llena las nervaduras 4, sino que protege también la superficie de las nervaduras 5. El cometido principal de las nervaduras 5 consiste en prestar la estabilidad necesaria al pivote de cojinete 3.

45 Después del proceso de inyección térmica, el recubrimiento del pivote de cojinete 3 se puede igualar o bien repasar a través de rectificación o pulido, de manera que el pivote de cojinete 3 presenta, en general, una superficie lisa pulida. Opcionalmente, después de la rectificación se puede realizar todavía un proceso de sellado conocido en sí. A tal fin se aplica un esmalte que contiene cromo sobre el pivote y a continuación se quema.

50 Con el rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la invención se pueden conseguir en el baño de aluminio, que presenta típicamente una temperatura de 680°C, tiempos de actividad de hasta 15 días y más, debiendo observarse al mismo tiempo una marcha esencialmente más silenciosa de los rodillos de baño de inmersión que en rodillos de baño de inmersión, que se conocen a partir del estado de la técnica.

55 De acuerdo con el caso de aplicación, puede ser ventajoso proveer también el cuerpo de rodillos 3 de la misma manera conveniente que los pivotes de cojinete 3 con ranuras circunferenciales, que son rellenas con una capa de protección en un proceso de inyección térmica.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Rodillo de baño de inmersión para un baño de inmersión con metal líquido con un cuerpo de rodillo (2), que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (A), así como con un pivote de cojinete (3) esencialmente cilíndrico para la colaboración con casquillos de cojinete con objeto del alojamiento del rodillo de baño de inmersión (1, 1a, 1b), en el que cada pivote de cojinete (3) presenta una capa de protección (41), **caracterizado** porque la capa de protección es una capa a base de volframio o una capa a base de molibdeno, que contiene una urea y está generada por medio de un procedimiento láser.
- 10 2.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la urea está introducida por medio de dispersión láser en la capa a base de volframio o capa a base de molibdeno, que está inyectada con preferencia térmicamente sobre el pivote e cojinete (3).
- 3.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la porción de la urea en la capa de protección (41) es al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 60 a 85 por ciento en volumen.
- 4.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa de protección (41) está generada por medio de soldadura de aplicación por láser con la adición de urea.
- 15 5.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la porción de la urea en la capa de protección (41) es al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 50 a 70 por ciento en volumen.
- 6.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de protección (41) está prevista también sobre el cuerpo del rodillo (2).
- 20 7.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de protección (41) cubre toda la superficie envolvente del pivote de cojinete (3).
- 8.- Rodillo de baño de inmersión de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que cada pivote de cojinete (3) presenta al menos una ranura (4), que se extiende en la dirección circunferencial sobre toda la periferia del pivote de cojinete (3), y está rellena con la capa de protección (41).
- 25 9.- Procedimiento para la fabricación de un rodillo de baño de inmersión para un baño de inmersión con metal líquido con un cuerpo de rodillo (2), que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (A), así como con pivotes de cojinete (3) esencialmente cilíndricos para la colaboración con casquillos de cojinete con objeto del alojamiento del rodillo de baño de inmersión (1, 1a, 1b), en el que cada pivote de cojinete (3) está provisto con una capa de protección (41), **caracterizado** porque la capa de protección (41) es una capa a base de volframio o una capa a base de molibdeno, que contiene una urea y es generada por medio de un procedimiento por láser.
- 30 10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que se inyecta en primer lugar la capa a base de volframio o capa a base de molibdeno térmicamente sobre el pivote de cojinete (3) y a continuación se introduce la urea por medio de dispersión por láser en la capa a base de volframio o capa a base de molibdeno.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la porción de la urea en la capa de protección (41) es al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 60 a 85 por ciento en volumen.
- 35 12.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la capa de protección (41) se genera por medio de soldadura de aplicación de láser con la adición de urea.
- 13.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la porción de urea en la capa de protección (41) es al menos 30 por ciento en volumen y con preferencia de 50 a 70 por ciento en volumen.
- 40 14.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que la capa de protección (41) está prevista también sobre el cuerpo de rodillo (2).
- 15.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 14, en el que para cada pivote de cojinete (3) se prevé al menos una ranura (4), que se extiende en la dirección circunferencial sobre toda la periferia del pivote de cojinete (3), en el que la ranura (4) es rellena con la capa de protección (41).

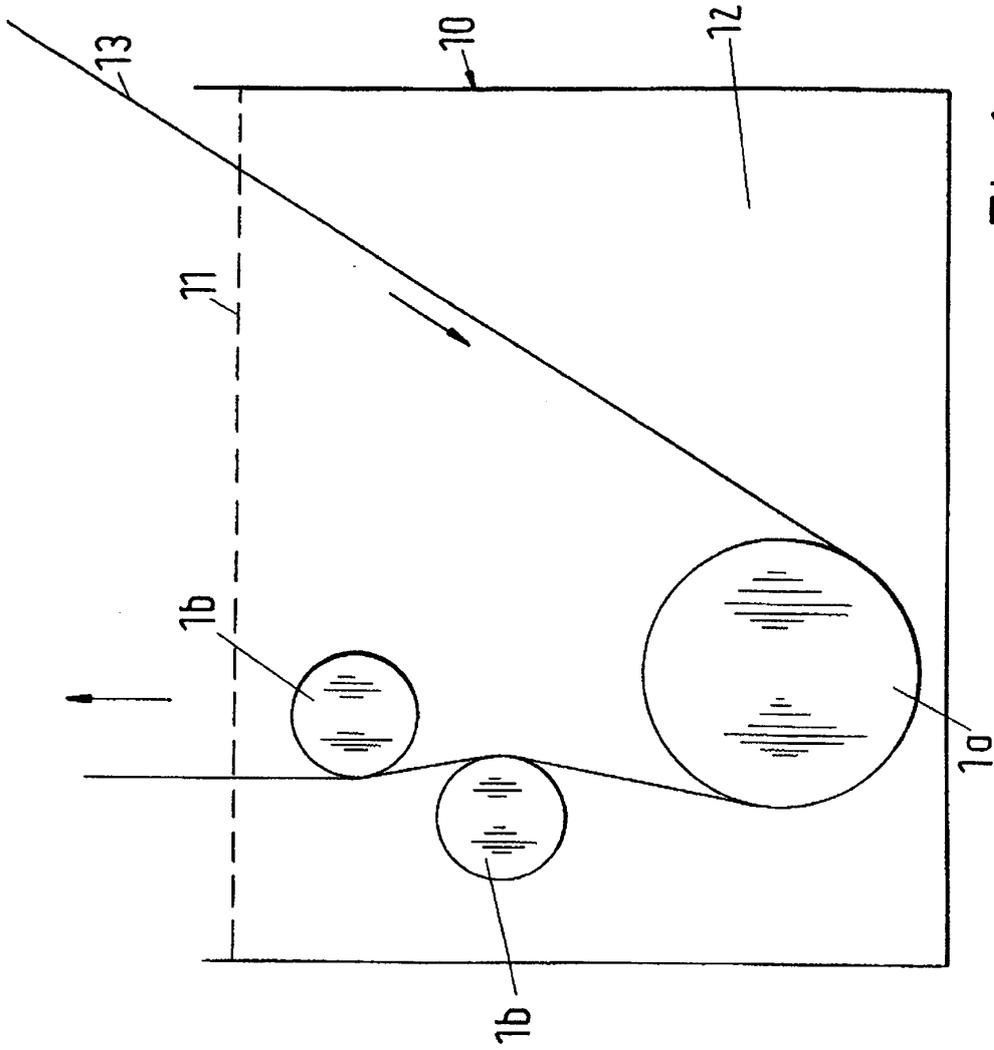


Fig.1

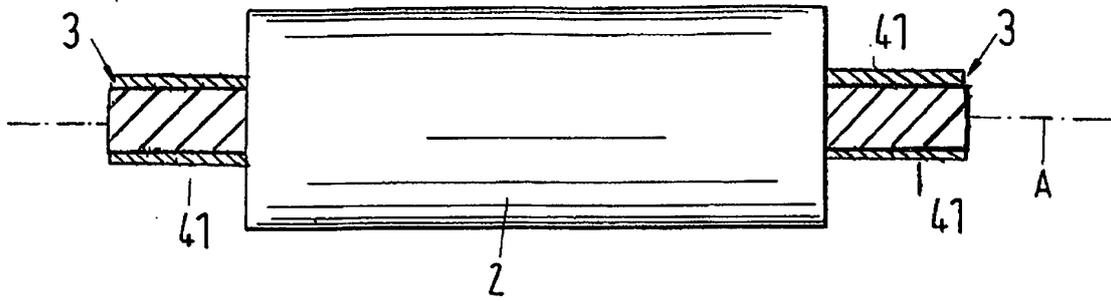


Fig. 2

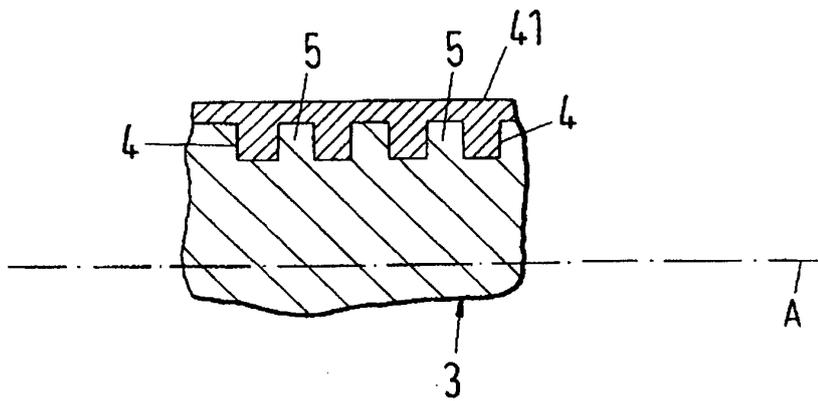


Fig. 3