

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 574**

51 Int. Cl.:

**B21C 1/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2015 PCT/EP2015/057492**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15165695**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2015 E 15718161 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3137236**

54 Título: **Un sistema de refrigeración para una bobina de trefilado en seco**

30 Prioridad:

**29.04.2014 EP 14166322**

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

**15.06.2018**

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (100.0%)  
Bekaertstraat 2  
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

**VERECKEN, ERWIN y  
VAN HOECKE, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 672 574 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

Un sistema de refrigeración para una bobina de trefilado en seco

Campo técnico

5 La invención se refiere a un sistema de refrigeración adaptado para su utilización en un banco de trefilado de alambres, más en particular, un banco de trefilado de alambres donde las bobinas de trefilado se deben refrigerar durante su utilización. Del mismo modo, la invención se refiere a un banco de trefilado de alambre provisto de dicho sistema de refrigeración y la combinación del sistema de refrigeración y una bobina adaptada para su utilización con dicho sistema de refrigeración. Asimismo, la invención se refiere a un método para refrigerar una bobina de trefilado en seco.

Antecedentes

10 En el trefilado de alambres metálicos, se tira de un alambre metálico, p. ej., fabricado con acero, cobre, aluminio o metales similares, a través de orificios sucesivamente más pequeños realizados en dados de trefilado de metal duro. Los dados de trefilado se montan en un banco de trefilado en sujeciones robustas para dados con el fin de evitar que los dados se muevan con el alambre. Se tira del alambre a través del dado mediante un tambor, conocido en el sector como una 'bobina de trefilado' o 'bobina' de manera abreviada, alrededor de la cual se enrollan unas pocas vueltas de  
15 alambre con el fin de mantener agarrado el alambre. Después de esas pocas vueltas, el alambre deja la bobina y se guía al siguiente dado de trefilado y por último al carrete de acumulación. Por supuesto, el alambre ha de estar lubricado con el fin de disminuir la fricción entre el alambre y el dado durante el trefilado. Cuando la lubricación es por medio de un lubricante en forma de polvo o un gel se denomina 'trefilado en seco', al contrario que el trefilado húmedo de alambres, donde los dados, las bobinas y el alambre se sumergen en un lubricante líquido.

20 En cada dado de trefilado, el alambre se deforma plásticamente, lo que genera por consiguiente una gran cantidad de calor. Aunque en trefilado húmedo de alambres este calor se transfiere fácilmente al lubricante líquido, en trefilado en seco esto no es posible. Por lo tanto, en trefilado en seco el soporte del dado está refrigerado. Hasta cierto punto, se puede aumentar la refrigeración del alambre aumentando el número de vueltas alrededor de la bobina, pero esto reduce únicamente la temperatura de salida del alambre y no mejora la refrigeración de los arrollamientos de entrada.  
25 Por tanto, también se debe refrigerar la bobina que recibe el alambre caliente. Una refrigeración nula o insuficiente da como resultado una menor calidad del alambre. Por lo tanto, la refrigeración de las bobinas es un problema conocido en el diseño de los bancos de trefilado en seco.

30 En general, la refrigeración se realiza desde el interior de la bobina mediante pulverización de un refrigerante sobre la pared interna de la bobina y la recuperación del refrigerante en un sumidero por debajo de la bobina. Como alternativa y de manera adicional, la refrigeración por aire se utiliza muchas veces, donde el aire se hace circular sobre los alambres en el faldón de la bobina, desde un hueco que rodea la bobina. El faldón de la bobina es una corona en la parte inferior de la bobina que empuja hacia arriba los arrollamientos ya presentes. En el faldón es donde el alambre está más caliente.

Algunas soluciones y mejoras alternativas que se han documentado son:

35 A. El documento JP8281317A que describe una bobina de trefilado, donde se introduce un cilindro interno estacionario con álabes en la parte superior que inyectan en una cierta dirección agua de refrigeración en el hueco entre el cilindro y la superficie interior de la bobina.

40 B. El documento EP0752287 describe una bobina con una unidad de refrigeración por fluido, donde esta última comprende al menos un sector circular que está ubicado cerca de la superficie lateral interna del cuerpo y está conectada al armazón fijo del banco de trefilado. Al menos hay una boquilla próxima a la superficie externa del sector, de modo que forme una camisa de fluido refrigerante que fluye sobre la superficie lateral interna del cuerpo. El sector circular está provisto de unas aletas orientadas de manera helicoidal que agitan el fluido refrigerante en la superficie lateral interna. Se debe proporcionar una abertura de servicio relativamente grande en la parte superior de la bobina con el fin de montar y alinear los sectores circulares.

45 C. El documento US4050282 describe un sistema de refrigeración interno, donde el inserto interno tiene unos nervios verticales que se extienden de manera axial, que dividen el hueco entre el inserto y la bobina en una pluralidad de cámaras individuales. Los nervios están situados en secciones curvas o arqueadas libres de tensiones del inserto interno con forma anular. Los nervios que se extienden de manera axial terminan con un pequeño juego de menos de 0.5 mm, preferentemente de menos de 0.2 mm delante de la superficie interna de la bobina, de modo que se barren  
50 de manera permanente posibles depósitos de material extraño mediante el tambor rotativo del dado de trefilado.

55 D. El documento SU 997890 A1, en el cual se basa el preámbulo de la reivindicación independiente 1, describe un tubo que está agarrado de manera vertical sobre una base en el interior de la bobina. Se deja un hueco entre la superficie interna de la bobina. El tubo retira el refrigerante que está en contacto directo con la capa que está en contacto con la pared del cuerpo, de modo que el refrigerante se renueva constantemente. El tubo está orientado y fijado, con posibilidad de rotar, pero no está en contacto con la pared rotativa de la bobina. Dada la orientación del tubo, una pequeña desviación hacia la pared arrastraría el tubo y lo aplastaría.

Uno de los problemas que agravan la capacidad de refrigeración de una bobina es, de hecho, la formación de una capa de óxido en el interior de la bobina. A medida que se forma la capa de óxido, se reduce la capacidad de refrigeración del sistema de refrigeración interno. Esta disminución de la capacidad de refrigeración muchas veces pasa desapercibida ya que el flujo de refrigerante se mantiene constante.

- 5 Otro problema que se produce en sistemas de refrigeración que están basados en la refrigeración en huecos pequeños (tal como en la técnica anterior en 'A' y 'C') es que, a medida que la bobina arrastra el refrigerante y se mantiene estacionario el tambor interno, la viscosidad del refrigerante conduce a pérdidas por agitación que se producen a altas velocidades de trefilado. Esto tiene un gran impacto sobre la potencia necesaria para accionar la bobina.

#### Descripción de la invención

- 10 Por lo tanto, el objetivo principal de la invención es proporcionar un sistema de refrigeración para una bobina de trefilado de alambres de un banco de trefilado en seco, que garantice una refrigeración eficaz para un suministro constante de refrigerante con un bajo consumo de potencia. Los inventores buscaron y encontraron un sistema de refrigeración que retira el óxido interno formado de una manera controlada y al mismo tiempo garantiza una refrigeración adecuada de la bobina al tiempo que utiliza menos potencia. Asimismo, el sistema de refrigeración se puede montar de manera simple y permite cierta libertad de acción cuando está montado. Además, no es necesario un ajuste preciso del sistema de refrigeración una vez montado en el interior de la bobina. Por lo tanto, el sistema de refrigeración se puede acondicionar fácilmente en las máquinas de trefilado en seco existentes con mínima, o ninguna, adaptación de la bobina. Otro objeto de la invención es proporcionar un banco de trefilado adaptado con el sistema de refrigeración mejorado. También se proporciona un método para refrigerar una bobina de un banco de trefilado en seco.

- 20 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se presenta un sistema de refrigeración para una bobina de un banco de trefilado de alambres. La bobina se monta, con posibilidad de rotar, en el banco de trefilado. La bobina tiene una pared interna con una superficie de revolución sobre al menos parte de la longitud axial de la bobina de trefilado de alambres. El sistema de refrigeración se ha de montar estacionario con respecto al banco de trefilado de alambres en el interior de dicha bobina.

- 25 El sistema de refrigeración comprende de manera específica un soporte y un número de paletas que flectan. Por una 'paleta que flecta' se entiende una lámina de material que en uno de sus bordes, lados o extremos está montada en el soporte: el 'borde de soporte'. El otro borde, lado o extremo opuesto, de la paleta que flecta puede ejercer presión, es decir, posee la capacidad de ejercer presión contra la superficie de la pared interna de la bobina en la que se ha de montar el sistema de refrigeración, y se denominará el 'borde de presión'. El montaje de las paletas que flectan es tal que, durante su utilización, las paletas están flexionadas en la dirección de rotación de la bobina. La flexión rompe el contacto directo entre el borde de presión y la pared interna de la bobina. Cuando se detiene la rotación de la bobina, el borde de presión contacta con la pared interna de la bobina.

- 30 Preferentemente, cuando están montados, las paletas forman un ángulo diedro agudo con la superficie de la pared interna. El ángulo diedro es el ángulo entre la paleta que flecta y la superficie de la pared interna en el plano perpendicular a la línea de contacto. La línea de contacto es esa línea donde se encuentran el borde de presión y la pared interna en estado de reposo. El ángulo diedro es agudo a lo largo de la línea de contacto. Preferentemente, la línea de contacto es ininterrumpida, es decir, en estado de reposo, el borde de presión contacta con la pared interna de la bobina a lo largo de toda la longitud de la paleta. No hay huecos sustanciales entre el borde de presión y la pared interna.

- 35 La pared interna que puede contactar con la o las paletas tiene una superficie que es una superficie de revolución a lo largo de, al menos, una parte de la longitud axial de la bobina. Fuera de esa parte, la superficie no es necesario que sea una superficie de revolución, por ejemplo, ahí es donde están presentes unos radios para montar la bobina en el eje geométrico de accionamiento. Una 'superficie de revolución' es una superficie formada al rotar una curva plana alrededor de un eje geométrico en el plano. En la presente, el eje geométrico de revolución de esa superficie coincide sustancialmente con el eje geométrico de rotación de la bobina. Aunque la curva puede ser cualquier curva plana, preferentemente es una curva suave y simple, tal como una línea sustancialmente recta. La superficie de revolución en este caso es cónica, o cuando la línea es paralela al eje geométrico de rotación, un cilindro. Preferentemente, la superficie de la pared interna es suave, es decir, no hay surcos o crestas circunferenciales presentes tal como es habitual a veces (véase, p. ej., EP 0752287).

- 40 El soporte sobre el cual se montan las paletas que flectan puede ser un collarín con montantes en las que está montado un borde de la paleta. Como alternativa, el soporte puede ser el buje donde gira el eje de accionamiento de la bobina.

- 45 El refrigerante puede ser cualquier fluido adecuado para este fin. Por ejemplo, puede ser un gas tal como aire forzado. En ese caso, puede no ser necesario un medio independiente de suministro de refrigerante y en teoría, la bobina se podría refrigerar mediante el aire presente en el interior de la bobina. Por supuesto, se preferirá, en general, el agua como refrigerante, incluyendo posiblemente detergentes para evitar la acumulación de espuma o la formación de corrosión, ya que es económico y de gran disponibilidad, y además tiene una buena capacidad de refrigeración.

Por lo tanto, en otra realización preferida, el sistema de refrigeración también incluye uno o más elementos de suministro de refrigerante para alimentar el refrigerante. Los elementos de suministro de refrigerante están dirigidos, y pueden pulverizar el refrigerante, sobre la superficie de la pared interna, o únicamente sobre las paletas, o hacia ambas. Preferentemente, los elementos de suministro de refrigerante están orientados de modo que inyecten el refrigerante en el ángulo diedro agudo, entre la paleta que flecta y la pared interna. El número de elementos de suministro de refrigerante puede ser diferente del número de paletas, por ejemplo, dos elementos de suministro por paleta. Los elementos de suministro de refrigerante se pueden disponer en la parte interna no rotativa del banco de trefilado, tal como, por ejemplo, en el buje del eje de accionamiento o se pueden fijar al soporte, lo cual es más preferido, ya que en ese caso la dirección de la pulverización se puede configurar en el soporte junto con el montaje de las paletas. Más preferido es que cada paleta tenga su propio suministro de refrigerante asociado, que esté situado posiblemente en la mitad superior de la paleta.

En una realización preferida adicional, la presión de la línea de contacto de las paletas que flectan contra la superficie de la pared interna es tal que:

- a la velocidad de funcionamiento de la bobina, es decir, durante el régimen estacionario de trabajo del banco de trefilado de alambres, se forma una película de refrigerante entre la paleta y la superficie, es decir, la paleta se desliza hidrodinámicamente sobre la película de refrigerante y,
- durante el transitorio de arranque, es decir, cuando la bobina comienza a rotar, o el transitorio de parada, es decir, cuando la bobina disminuye su velocidad hasta detenerse, las paletas raspan la superficie de la pared interna.

Para el fin de esta solicitud, por 'presión de la línea de contacto' se entiende la fuerza total con la que empuja la paleta contra la pared interna dividida por la longitud de la línea de contacto.

El trabajo del dispositivo de refrigeración se basa en la transición de un régimen de lubricación límite a una lubricación hidrodinámica:

A velocidades bajas (y/o para presiones de la línea de contacto elevadas), las microasperezas de las superficies de contacto se frotan, raspan entre sí a medida que el grosor de la película de refrigerante es más pequeño que la rugosidad máxima de cualquiera de la superficie de la pared interna o del borde de presión. Este es el régimen de lubricación límite y se caracteriza por un coeficiente de fricción elevado, es decir, por una pérdida de energía elevada, y un mayor desgaste de las superficies de contacto. Aunque este régimen, en general, se detesta, en este caso es favorable al menos durante un período de tiempo controlado, es decir, durante el transitorio de arranque hasta la velocidad de régimen y el transitorio de parada hasta la detención. Durante esos períodos cortos, los bordes de presión de las paletas rasparán la superficie de la pared interna y, de ese modo, eliminarán cualquier material extraño, tal como, por ejemplo, el óxido u otros depósitos que se pueden haber formado y que inhiben la refrigeración de la bobina.

Cuando la velocidad relativa entre la paleta y la pared interna aumenta de manera gradual, el régimen de lubricación pasa por una transición de una lubricación límite a una lubricación hidrodinámica.

A velocidades elevadas y/o a presiones de la línea de contacto bajas, el borde de presión de la paleta se desliza sobre el refrigerante, y se forma una película de refrigerante contra la superficie de la pared interna. El grosor de la película formada es en este momento mucho mayor que la rugosidad total de ambas superficies de contacto de la paleta y la pared interna. A medida que se rompe el contacto físico entre estas superficies, la fricción entre la paleta y la pared interna disminuye en gran proporción, lo que conduce a una menor utilización de potencia. Asimismo, a medida que la película de agua deja de estar en contacto con la pared interna, las pérdidas por agitación disminuyen en gran proporción y solo se producen cuando el refrigerante golpea la paleta.

La transición entre los distintos regímenes se describe en general mediante una curva de Stribeck, donde la fricción entre las paletas y la pared interna se dibuja como una función del número adimensional característico del cojinete que es igual a (la viscosidad del refrigerante x la velocidad / la presión de la línea de contacto). Para el fin de esta solicitud, la viscosidad del refrigerante y la presión de la línea de contacto son tales que la transición de lubricación límite a régimen hidrodinámico se produce en el mejor de los casos entre 200 y 600 m/min.

Un parámetro de diseño importante adicional es el ángulo diedro agudo. Preferentemente, este ángulo diedro está dentro del rango entre 0°, cero incluido, y menor de 45°, a lo largo de la longitud de la línea de contacto. La tribología implicada es similar a la de un cojinete deslizante, donde se conoce que la presión máxima ejercida por el fluido sobre la paleta aumenta de manera inversa al ángulo diedro, lo que conduce a unas fuerzas elevadas sobre la paleta para ángulos pequeños, es decir, la paleta se eleva muy fácilmente cuando el ángulo diedro es pequeño. Se obtienen ángulos pequeños o cero cuando la curva que sigue el interior de la paleta es tangente a la superficie de revolución de la pared interna en el borde de presión de la paleta (la derivada cero y la primera derivada de la curva de la paleta y la superficie son iguales en el borde). El 'interior de la paleta' es el lado hacia el ángulo diedro agudo. De modo que, si el ángulo se hace lo suficientemente pequeño, la paleta siempre se elevará de la superficie incluso a velocidades moderadas e incluso para presiones de la línea de contacto elevadas. Por tanto, unos ángulos demasiado pequeños pueden dar como resultado un raspado insuficiente de la pared interna al comienzo o la parada. Por lo tanto, unos

ángulos diedros agudos entre 1° y 30° o entre 5° y 20°, o incluso entre 5° y 15° son una buena elección. El ángulo diedro agudo puede variar dentro de esos rangos a lo largo de la longitud de la línea de contacto.

5 En una realización preferida adicional, el número de paletas está entre una y veinticuatro. A velocidades lo suficientemente altas, una paleta puede ser suficiente ya que el refrigerante no solo se distribuye por la acción de la paleta sino también se mantiene contra la pared interna mediante las fuerzas centrífugas debido a la rotación de la bobina. Estas pueden alcanzar con facilidad entre 10 y 20 g (siendo 'g' la aceleración de la gravedad). Con el fin de obtener una propagación suficiente de la película de refrigerante, se podría considerar la utilización de múltiples paletas, tal como hasta 24. Cada paleta adicional añade turbulencia a la película de refrigerante, lo que agita de ese modo el refrigerante y aumenta la capacidad de refrigeración del sistema. No obstante, cada paleta contribuirá a la fuerza de arrastre del refrigerante y por lo tanto aumentará la utilización de potencia. Además, más paletas aumentan el coste del sistema. De modo que entre 2 y 6 paletas es un valor óptimo.

15 Los inventores contemplan dos diseños preferidos para las paletas. En una realización preferida, las paletas son rígidas y no se pueden doblar con facilidad. Estas están montadas en el borde del soporte mediante una articulación al soporte, con el fin de hacer que la paleta flechte. Para hacer que la paleta presione contra la pared interna de la bobina, se monta un resorte entre el soporte y la paleta. Dicho resorte puede ser un resorte de láminas o un resorte helicoidal o se puede fabricar con cualquier otro material resiliente, tal como un resorte de caucho o un resorte de aire. Posiblemente, la articulación y el resorte se pueden combinar en una única tira de material que se flexiona, por ejemplo, una tira de acero para resortes. El acero de dicha tira tiene un límite elástico elevado con el fin de soportar la deformación y volver con facilidad a su forma original.

20 En una realización alternativa preferida, la propia paleta es flexible pero el borde del soporte está montado de manera rígida al soporte. En este caso, la paleta genera la presión contra la pared interna debido a su flexión. La paleta se puede fabricar con un material flexible adecuado, tal como un metal. Los metales preferidos son, por ejemplo, el acero inoxidable, o el acero para resortes, el aluminio (duraluminio) o las aleaciones de cobre. Se prefiere que el metal tenga un límite elástico elevado para una mayor resiliencia. Se pueden considerar materiales alternativos, tales como la poliamida de alto rendimiento similar al plástico, el poliuretano o incluso el caucho vulcanizado.

25 La presión de la línea de contacto ejercida por la paleta sobre la superficie de la pared interna está, de manera preferente, entre 10 y 1000 N/m, o entre 15 y 500 N/m, o incluso entre 20 y 200 N/m. Estos rangos están de acuerdo con el ángulo diedro. Por ejemplo, con un ángulo diedro pequeño se puede utilizar una presión de la línea de contacto elevada mientras que, con un ángulo diedro mayor, se debe aplicar una presión de la línea de contacto menor, con el fin de permitir que la paleta se deslice sobre el refrigerante.

30 En una realización preferida adicional, las paletas están provistas de una zona de aterrizaje en el borde de presión, es decir, en el borde que puede presionar contra la pared interna de dicha bobina. La zona de aterrizaje es esa zona en el borde de presión de la paleta que está en contacto con la superficie interna de la bobina estacionaria, no solo a lo largo de una línea, sino a lo largo de cierta anchura. Es decir, la zona de aterrizaje sigue la forma de la superficie. Esta zona de aterrizaje se puede formar durante una utilización prolongada, a medida que el raspado de la paleta con la superficie de la pared interna forme de manera gradual el borde de la paleta con la forma de la superficie de la pared interna. Como alternativa, se puede proporcionar la zona de aterrizaje en el borde de la paleta desde el principio. La zona de aterrizaje se puede proporcionar en forma de una parte sustituible de desgaste, por ejemplo, de metal o plástico que se puede prender, deslizar o sujetar al extremo de la paleta.

35 En una realización preferida, esta zona de aterrizaje puede estar provista de un recubrimiento resistente al desgaste y/o abrasivo. Dicho recubrimiento puede comprender, por ejemplo, unas partículas abrasivas y/o resistentes al desgaste, tal como el cuarzo, el carburo de silicio, el nitruro de boro cúbico o el carburo de tungsteno y el recubrimiento se puede aplicar mediante pintado, o revestido, tal como revestido láser. Como alternativa, las partículas abrasivas y/o resistentes al desgaste se pueden incorporar en la parte sustituible de desgaste. La función de la parte de recubrimiento o desgaste es, por un lado, garantizar que la superficie de la pared interna se limpia y raspa de manera adecuada y, por otro lado, evitar una abrasión demasiado rápida del borde de la paleta. La rugosidad superficial de la parte o recubrimiento de desgaste también ayuda a agitar la película de refrigerante y mejorar la refrigeración del sistema.

40 En una realización adicional, las paletas están montadas sustancialmente en paralelo al eje geométrico de rotación de la bobina. De manera más específica: la línea de contacto está sustancialmente en un plano que comprende el eje geométrico de rotación de la bobina.

45 Como alternativa, las paletas pueden estar inclinadas con respecto al eje geométrico de rotación de la bobina. Es decir, la línea donde se encuentran dicha paleta y dicha superficie está sustancialmente en un plano que forma un ángulo inclinado con el eje geométrico de rotación de la bobina. De manera ventajosa, la inclinación es tal que, durante la rotación de la bobina, el refrigerante se conduce hacia arriba, en dirección opuesta a la gravedad. De esta forma, se contrarresta en cierto modo el flujo hacia abajo del fluido y se puede obtener una distribución más uniforme de refrigerante sobre la pared interna. Este ángulo de inclinación puede ser de entre 1° y hasta incluso 60°, más preferentemente, entre 1° y 20° o entre 5° y 15°.

Realizaciones particularmente preferidas son aquellas cuando la superficie de revolución de la pared interna es un tronco de cono o un cilindro. Cuando la paleta está en el plano que comprende el eje geométrico de la bobina, la línea de contacto será una línea recta inclinada con respecto al eje geométrico de la bobina (cono) o será una línea recta paralela al eje de la bobina (cilindro). En caso de que las paletas estén inclinadas con relación al eje de la bobina, la línea de contacto será parte de una elipse, independientemente de si la superficie de revolución es un tronco de cono o un cilindro. Un tronco de cono es un cono donde se ha eliminado la parte superior por encima de un plano que forma un ángulo con el eje geométrico del cono.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona la combinación de un sistema de refrigeración y una bobina. El sistema de refrigeración es el sistema de refrigeración tal como se describe de acuerdo con el primer aspecto de la invención. La bobina se adapta de modo que trabaje conjuntamente con el sistema de refrigeración, ya que el radio y la superficie de revolución de la pared interna de la bobina dan como resultado la presión de la línea de contacto y el ángulo diedro correctos, tal como se describe anteriormente. Para poner las cosas en perspectiva: el diámetro externo de una bobina está en general entre 200 mm y 1200 mm, aunque en la mayoría de los casos entre 380 mm y 620 mm.

La bobina se puede montar fácilmente en el sistema de refrigeración, ya que las paletas se pueden fabricar de modo que flecten radialmente hacia dentro, a medida que la bobina baja sobre el sistema de refrigeración ya montado. Se puede utilizar un único sistema de refrigeración dentro de un rango de diámetros de bobinas, siempre que se cumplan las condiciones para el ángulo diedro y la presión de la línea de contacto. Además, el montaje del sistema de refrigeración no requiere unos requisitos de concentricidad elevados, ya que las paletas ajustarán su posición inclinada una vez que se haya formado la película de refrigerante. Cierta excentricidad incluso puede añadir turbulencia al refrigerante. Esto es una gran ventaja en comparación con los sistemas de la técnica anterior que se tenían que montar con mucha precisión y era necesario un ajuste posterior después del montaje. Por lo tanto, el sistema de refrigeración de la inventiva se puede acondicionar fácilmente en instalaciones existentes, siempre que la pared interna de la bobina tenga una superficie suave de revolución. No es necesario un ajuste preciso del sistema de refrigeración una vez que se monta en el interior de la bobina.

En una realización preferida adicional, de esta combinación, la pared interna de la bobina tiene una superficie rebajada de revolución por donde corren las paletas del sistema de refrigeración. Dicha superficie rebajada ayuda a mantener el refrigerante donde es necesario: esa región circunferencial donde el alambre caliente contacta con la bobina.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se reivindica un banco de trefilado de alambres que comprende al menos un sistema de refrigeración de acuerdo con cualquiera de los descritos anteriormente. Asimismo, también se reivindica un banco de trefilado de alambres con al menos una combinación específica de bobina y sistema de refrigeración. Las bobinas posteriores en un banco de trefilado de alambres funcionan a velocidades circunferenciales progresivamente más elevadas, a medida que se reduce el diámetro del alambre. Como la combinación del sistema de refrigeración y la bobina es particularmente rentable desde el punto de vista energético para velocidades de funcionamiento elevadas, la combinación se puede utilizar de manera conveniente en las bobinas que funcionan a esas velocidades más elevadas.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención, se describe un método para refrigerar la bobina de un banco de trefilado de alambres. El método comprende los siguientes pasos:

- Proporcionar un banco de trefilado de alambres que tiene una o más bobinas rotativas montadas en este;
- Al menos una de las bobinas tiene una pared interna que es una superficie de revolución a lo largo de, al menos, una parte de la longitud axial de la bobina;
- Proporcionar una o más paletas en el interior de la o las bobinas, donde las paletas pueden flectar y donde las paletas están montadas en uno de sus bordes en una parte estacionaria en el interior de dicha bobina, y donde las paletas en su otro borde pueden presionar contra la superficie de revolución de la pared interna de la bobina;

Caracterizado por que,

durante la utilización, las paletas flectan en la dirección de rotación prevista de la bobina, lo que forma de ese modo un ángulo diedro entre la paleta y la superficie de revolución en el otro borde. El ángulo diedro es un ángulo agudo.

Otra manera ventajosa de implementación del método comprende además el paso de:

- Suministrar refrigerante a las paletas y/o la superficie, de modo que se forme una película de refrigerante entre las paletas y la superficie a la velocidad de funcionamiento de la bobina.

El suministro de refrigerante se puede mantener durante el transitorio de arranque y el transitorio de parada de la bobina, de modo que las paletas raspen la superficie de la pared interna con presencia de refrigerante.

En una realización adicional del método se añade el siguiente paso:

- Desactivar el suministro de refrigerante durante el transitorio de arranque o el transitorio de parada de la bobina, donde las paletas raspan la superficie de la pared interna.

5 Las características adicionales de las realizaciones de acuerdo con el primer, segundo y tercer aspecto de la invención se pueden implementar de manera similar en el método de la inventiva.

Descripción breve de las figuras en los dibujos

La figura 1 describe una bobina de un banco de trefilado de alambres con un sistema de refrigeración de la técnica anterior.

10 La figura 2a describe una primera realización del sistema de refrigeración y la bobina en un banco de trefilado de alambres, de acuerdo con la invención, en una sección transversal que comprende el eje geométrico de rotación de la bobina.

La figura 2b muestra una sección transversal por el plano 'I-I' de la figura 2a de la primera realización.

La figura 3a muestra una sección transversal en un plano perpendicular al eje geométrico de rotación de la bobina de una segunda realización de la invención.

15 La figura 3b es una ampliación de parte del sistema de refrigeración de la segunda realización.

La figura 4 es una sección transversal perpendicular al eje de rotación de la bobina del sistema de refrigeración, de acuerdo con una tercera realización de la invención.

La figura 5 es una vista lateral de una cuarta realización del sistema de refrigeración de la inventiva y la bobina asociada.

20 Al final de la descripción se proporciona una lista con los números de referencia.

Modo(s) para llevar a la práctica la invención

25 En la figura 1, indicada con un 100, hay una bobina de un banco de trefilado de alambres con un sistema de refrigeración de la técnica anterior. En el banco 114 se montan diversas bobinas en una fila, con las sujeciones de los dados de trefilado (no se muestran) entre estas. La bobina 102 se asegura a un eje 120 por medio de un perno de fijación 124. El eje 120 se monta, con posibilidad de rotar, en el cojinete 126 en la parte superior del buje del eje 122. El eje 120 se acciona mediante un motor (no se muestra) a la velocidad requerida por el proceso de trefilado. En el interior de la bobina se monta una pared cilíndrica interna de retención del refrigerante 107, lo que deja por consiguiente un pequeño hueco entre la pared de retención 107 y la bobina 102. El refrigerante se suministra en este hueco a través de un conducto de alimentación del refrigerante 110, en la dirección indicada por las flechas de flujo 116. En la parte inferior de la bobina, hay una junta del refrigerante 105 con el fin de evitar que haya fugas de refrigerante desde el hueco. El refrigerante, después de fluir a lo largo de la pared interna de retención del refrigerante, se recoge en la parte inferior de la bobina de trefilado y se extrae a través de un tubo de extracción del refrigerante 112. El alambre caliente entrante 106 empuja los bucles ya presentes de alambre hacia arriba por la acción del faldón 108. Después de hacer varios bucles, el alambre refrigerado 106' deja la bobina para entrar en el siguiente dado de trefilado o para enrollarse en un carrete.

30 Este diseño tiene diversos inconvenientes importantes, ya que en la refrigeración del hueco se produce agitación que consume potencia, especialmente a velocidades elevadas. Además, en el interior de la bobina 102, que está en contacto con el material extraño del refrigerante, se forma óxido u otros depósitos. Estos depósitos tienen un efecto negativo sobre la transferencia de calor desde la bobina al refrigerante, lo que reduce por consiguiente la capacidad de refrigeración del sistema con el paso del tiempo. A medida que se reduce la capacidad de refrigeración se debe suministrar más refrigerante, p. ej., agua, o se reduce la calidad del alambre debido a una refrigeración insuficiente.

35 En la figura 2a, se muestra una primera realización 200 acorde con la invención. La figura 2b muestra una sección transversal del sistema de refrigeración y la bobina a lo largo de un plano indicado por 'I-I' en la figura 2a. De nuevo, el alambre caliente 206 entra en la bobina en el faldón 208 y es empujado hacia arriba hasta que en 206' deja la bobina 202 en un estado enfriado. Tal como anteriormente, la bobina 202 se fija mediante un perno de fijación 224 en un eje 220 que está montado, con posibilidad de rotar, en un buje del eje 222 a través del cojinete 226 en un banco 214. El sistema de refrigeración es distinto al de las realizaciones de la técnica anterior, este se basa en un anillo portante 223 sobre el que se fijan unos postes o montantes 213, tres en este caso. En cada uno de los postes 213 se monta una paleta 204. Por medio de un conducto de alimentación del refrigerante 210, el refrigerante se distribuye a los tres tubos de alimentación de refrigerante 218, que pulverizan el refrigerante sobre la pared interna de la bobina 202 a través de la boquilla 211. La pared interna de la bobina 202 tiene una superficie de revolución 203, al menos, a lo largo de una longitud axial 'L', donde está en contacto con las paletas 204. El borde de la paleta 204' que contacta con la superficie está indicado mediante la línea 'A' en la figura 2a. Cabe destacar que, en esta realización la línea 'A' está en un plano que comprende el eje geométrico de rotación de la bobina. El refrigerante se recoge en un sumidero 217

que está montado en el banco 214 y se drena a través del conducto de extracción del refrigerante 212. Como ya no es necesario un anillo de estanqueidad, no hay pérdida de potencia debido a la fricción de dicha junta.

En esta realización en concreto, cada paleta 204 se fabrica con un material flexible que está conectado de manera rígida con el soporte en su poste 213. Las paletas se fabrican, por ejemplo, a partir de una lámina de acero inoxidable con un grosor de 0.8 a 1.0 mm. Un material alternativo es la lámina de aluminio de 1.5 mm. Las paletas flexionan, al menos durante su utilización, en la dirección de rotación 219 de la bobina. El ángulo que forma en el otro borde de la paleta, donde la paleta se encuentra con la superficie de revolución de la pared interna es el ángulo diedro ' $\alpha$ ', que en este caso es de aproximadamente 15°. La fuerza total por medio de la cual la paleta presiona contra la pared interna de la bobina 202 está entre 20 y 30 newton a lo largo de una longitud de 20 cm. Esta combinación de la presión de la línea de contacto y el ángulo diedro hace que la paleta se deslice sobre el refrigerante acuoso a partir de una velocidad de aproximadamente 100 m/min en adelante. Por debajo de esa velocidad, la película de refrigerante acuoso se rompe y el borde 'A' de la paleta raspa la pared interna de la bobina, lo que elimina y limpia de ese modo cualesquiera depósitos, tal como de óxido, que se puedan haber formado. Además de eso, las paletas ayudan a reducir la velocidad de la bobina, es decir, actúan a modo de un freno adicional.

La figura 3a y la ampliación de la figura 3b muestran una segunda realización de la invención. De nuevo, el sistema de refrigeración consta de un soporte fabricado a partir de un anillo 323 en el que se fijan unos montantes 313, 313', 313''. En esta realización, las paletas 304, 304' y 304'' son rígidas. Estas se pueden fabricar con fundición gris de 3 mm de grosor. La fundición gris resiste bien la abrasión y actúa como una muela abrasiva para limpiar mejor la superficie de la pared interna. Para hacer que cada una flexione, cada paleta está conectada al montante 313 con una articulación 309 en el borde portante de la paleta. Para presionar la paleta contra la pared interna de la bobina, se monta un resorte de lámina de acero 315, 315' entre el montante 313, 313', 313'' y la paleta asociada. En este caso, las boquillas de refrigerante 311 se montan a mitad de camino entre las paletas y pulverizan el refrigerante directamente sobre la pared interna de la bobina.

La vista detallada de la figura 3b muestra lo que ocurre cuando la bobina 302 gira y se alimenta refrigerante. Sometida a la acción del resorte 315'', se empuja la paleta 304'' contra la superficie de la pared interna 303 de la bobina, y forma por consiguiente el ángulo diedro ' $\alpha$ '. Durante la rotación a una velocidad de funcionamiento normal, en la dirección 319, el ángulo diedro junto con la presión sobre la paleta da como resultado un deslizamiento de la paleta sobre el refrigerante y se forma una película de refrigerante 327. Cuando la bobina decelera, o como alternativa, durante el transitorio de arranque, no se forma la película 327 y el borde de la paleta corre contra la pared interna de la bobina en la zona de aterrizaje 325. La zona de aterrizaje 325 seguirá de manera ajustada la curvatura de la bobina debido al desgaste en el borde.

La figura 4 muestra una tercera realización del sistema de enfriamiento 401. En este caso, el soporte es un tubo de acero 413 de 2.5 mm de grosor del cual se cortan por láser las seis paletas 404, 404', 404'', 404''', 404'''' y a continuación dobladas plásticamente a un círculo circunscrito mayor que el diámetro interno de la bobina. Mediante tratamiento térmico, templado y recocido, se aumenta en gran medida el límite elástico del acero y se forman por consiguiente paletas que son resilientes. El tubo está montado en el anillo 423. Después de la inserción en la bobina, las paletas adoptarán la forma indicada. Cada una de las paletas tiene una zona de aterrizaje 425 que es tangencial a la superficie interna de la bobina. Por lo tanto, el ángulo diedro es cercano a 0°. La zona de aterrizaje termina en Vulkollan®, un elastómero de alto rendimiento de Bayer. Como alternativa, el extremo está recubierto con una capa abrasiva y resistente al desgaste de bronce. Cada paleta se alimenta con refrigerante distribuido desde un conducto de alimentación del refrigerante 410 mediante los tubos 418, que terminan en boquillas 411 individuales para cada una de las paletas. Las boquillas pulverizan el refrigerante entre la superficie interna de la bobina y la paleta. Como el ángulo diedro es tan pequeño, las paletas ya se deslizarán desde velocidades muy bajas en adelante (desde aproximadamente 20 m/min), lo que reduce por consiguiente la fricción con la pared interna. Por lo tanto, con el fin de eliminar los depósitos de la pared interna es necesario arrancar y detener la máquina en seco, es decir, sin suministro de refrigerante, con el fin de eliminar el depósito.

La figura 5 muestra una realización adicional de la invención de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, es decir, la combinación de un sistema de refrigeración y una bobina. En esta realización, la línea 'A', donde se encuentran la paleta 504 y la superficie interna de revolución 503 de la bobina 502, está en un plano que forma un ángulo inclinado ' $\beta$ ' con relación al eje geométrico de rotación de la bobina. El ángulo inclinado es tal que el refrigerante que se alimenta desde la boquilla 511 se conduce hacia arriba, en contra de la acción de la gravedad, cuando la bobina gira en la dirección 519. La paleta flexible 504 se monta de manera rígida en el poste 513, que a su vez se monta en el anillo 523. Otra característica particular de esta realización es que la superficie de revolución 503 está rebajada en la pared interna de la bobina 502 a lo largo de una longitud axial 'L'. Esto es con el fin de retener mejor el refrigerante allá donde sea necesario.

#### Lista de números de referencia

Las siguientes referencias se utilizan en los dibujos. Las referencias con números en las decenas y unidades iguales hacen referencia a partes con una función similar en todas las distintas realizaciones de los diferentes dibujos.

Los números de las centenas hacen referencia a la figura 'x' en cuestión.



## ES 2 672 574 T3

Número	Elemento
x00	Sistema de refrigeración y bobina
x01	Sistema de refrigeración
x02	Bobina
x03	Superficie de revolución de la pared interna de la bobina
x04, x04', x04",...	Paletas
x05	Junta del refrigerante
x06, x06'	Alambre entrante, alambre saliente
107	Pared interna de retención del refrigerante
x08	Faldón de la bobina
309, 309',...	Articulación de la paleta
x10	Conducto de alimentación del refrigerante
x11	Boquilla del refrigerante
x12	Conducto de extracción del refrigerante
x13, x13', x13",...	Soporte, montante, parte de soporte
x14	Banco
315, 315', 315",...	Resorte
x16	Dirección de flujo del refrigerante
x17	Sumidero del refrigerante
x18, x18', x18",...	Tubo de alimentación del refrigerante
x19	Bobina, dirección de rotación durante su utilización
x20	Eje de la bobina
x22	Buje del eje de la bobina
x23	Anillo, parte de soporte
x24	Perno de fijación para la bobina
x25	Zona de aterrizaje
x26	Cojinete
x27	Película de refrigerante

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un sistema de refrigeración (201) para una bobina (202) de un banco de trefilado de alambres (214), donde dicha bobina (202) se monta, con posibilidad de rotar, en dicho banco de trefilado (214), teniendo dicha bobina (202) una pared interna con una superficie de revolución (203) a lo largo de, al menos, parte de la longitud axial de dicha bobina de trefilado de alambres (202), donde dicho sistema de refrigeración (201) se puede montar de manera estacionaria en dicho banco de trefilado de alambres (214) en el interior de dicha bobina (202),  
 caracterizado por que  
 dicho sistema de refrigeración comprende un soporte (223, 213) y un número de paletas que flectan (204-504), donde dichas paletas están montadas en su borde portante en dicho soporte (213) y presionan, en el borde de presión opuesto ('A'), contra dicha pared interna (203), donde dichas paletas (204-504) flectan, durante su utilización, en la dirección de rotación (219) de dicha bobina y rompen de ese modo el contacto entre dicho borde de presión ('A') y dicha pared interna (203), contactando dicho borde de presión con dicha pared interna cuando se detiene la rotación de dicha bobina.
- 15 2. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1, donde el ángulo diedro (' $\alpha$ ') es un ángulo agudo, siendo dicho ángulo diedro (' $\alpha$ ') el ángulo entre dicha paleta que flecta (204-504) y dicha superficie de revolución (203) en el plano perpendicular a la línea de contacto, siendo dicha línea de contacto la línea donde se encuentran dicho borde de presión y dicha pared interna en estado de reposo.
- 20 3. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la presión de la línea de contacto de dichas paletas (304, 304', 304'') sobre dicha superficie es tal que, a la velocidad de funcionamiento de dicha bobina, se forma una película de refrigerante (327) entre dicha paleta (304, 304', 304'') y dicha superficie y, durante el transitorio de arranque y el transitorio de parada, dichas paletas raspan la superficie de dicha pared interna.
4. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, donde el ángulo diedro agudo (' $\alpha$ ') está dentro del rango que incluye 0° a 45° a lo largo de la longitud de la línea de contacto.
- 25 5. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde cada paleta (204-504) tiene un suministro de refrigerante (211-511) asociado, estando orientado dicho suministro de refrigerante de modo que inyecte refrigerante en el ángulo diedro agudo entre dicha paleta que flecta y dicha pared interna.
6. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde dichas paletas (304, 304', 304'') son rígidas y pueden presionar contra dicha superficie por la acción de un resorte (315, 315', 315'') fijado entre dicho soporte (313, 313', 313'') y cada una de dichas paletas.
- 30 7. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde dichas paletas (204, 404) son flexibles y pueden presionar contra dicha superficie, y están montadas de manera rígida en dicho soporte (213, 413).
8. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, donde dichas paletas (304-404) están provistas además de una zona de aterrizaje (325, 425) en el borde de presión, siguiendo dicha zona de aterrizaje la forma de dicha superficie (303, 403).
- 35 9. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 8, donde dicha zona de aterrizaje (325, 425) está provista de un recubrimiento resistente al desgaste y/o abrasivo.
10. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde la presión de la línea de contacto está entre 10 y 1000 Newton por metro.
- 40 11. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde dicha línea de contacto está sustancialmente en un plano que comprende el eje de rotación de dicha bobina.
- 45 12. El sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de la 1 a la 10, donde la línea en la que se encuentran dicha paleta y dicha superficie está sustancialmente en un plano que forma un ángulo inclinado (' $\beta$ ') con relación al eje geométrico de rotación de dicha bobina, siendo dicho ángulo inclinado (' $\beta$ ') tal que, durante el funcionamiento, el refrigerante se conduce hacia arriba, en dirección opuesta a la gravedad.
13. El sistema de refrigeración de acuerdo con la reivindicación 12, donde dicho ángulo inclinado (' $\beta$ ') está entre 1 y 60 grados.
14. La combinación (200-500) del sistema de refrigeración (201-501), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, y una bobina (202-502) adaptada para su utilización con dicho sistema de refrigeración.
- 50 15. La combinación del sistema de refrigeración y la bobina de acuerdo con la reivindicación 14, donde la superficie de revolución (503) está rebajada en dicha pared interna de dicha bobina.
16. Un banco de trefilado de alambres que comprende al menos un sistema de refrigeración de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

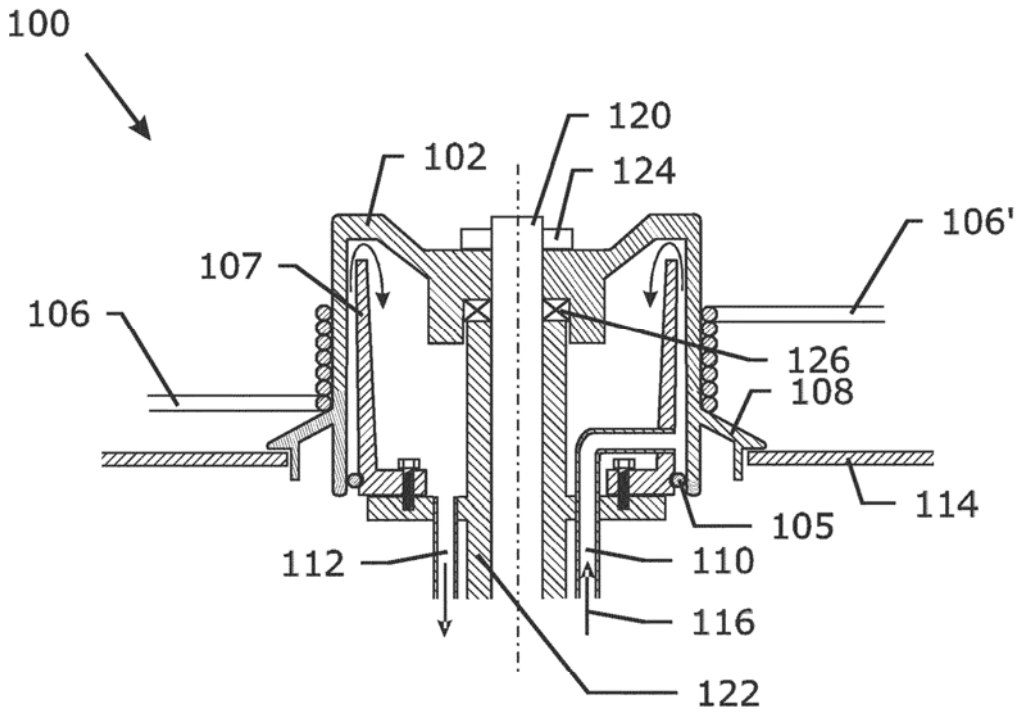


Fig. 1

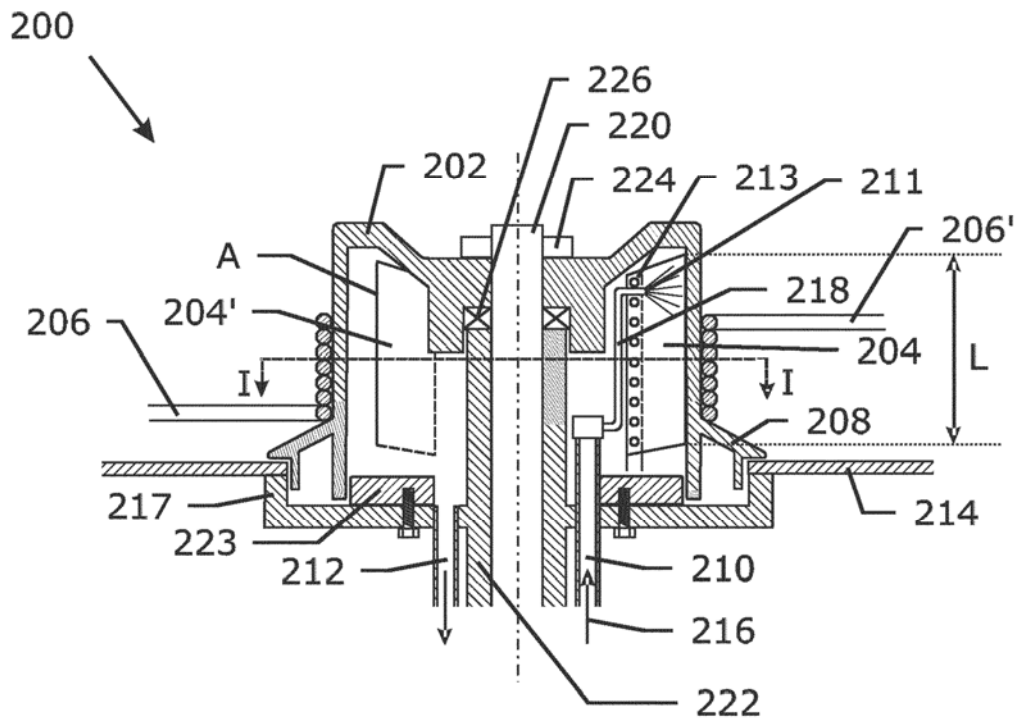


Fig. 2a

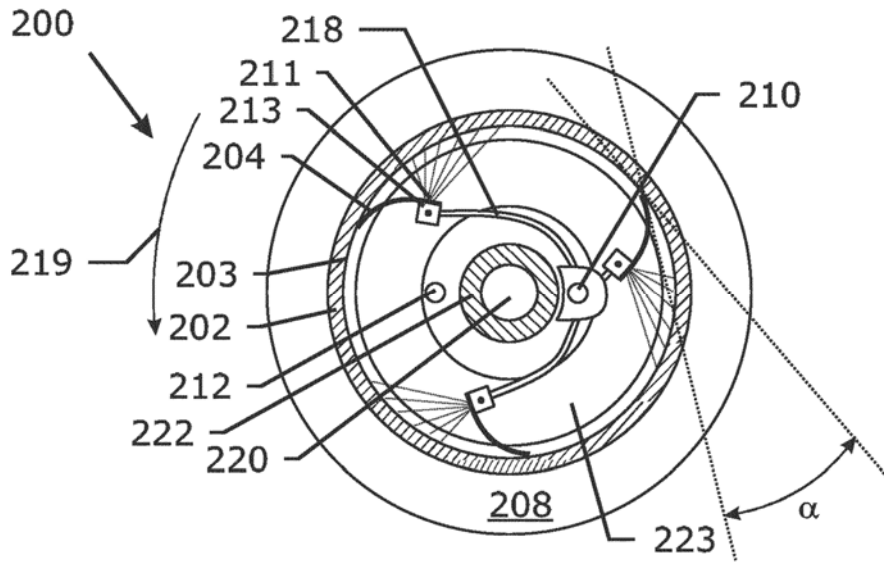


Fig. 2b

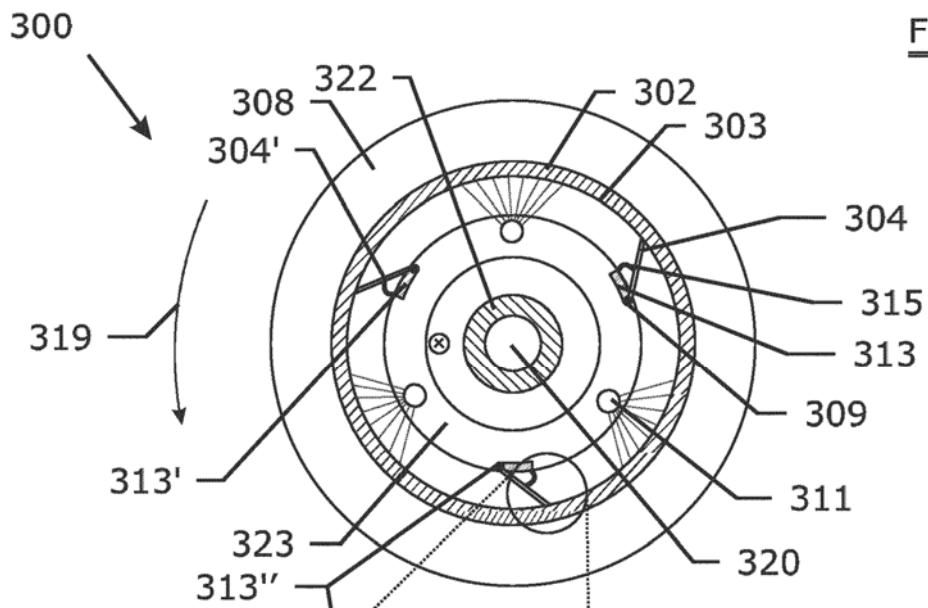


Fig. 3a

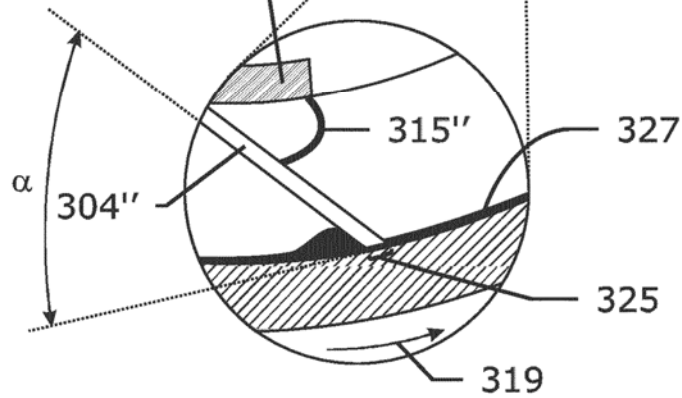


Fig. 3b

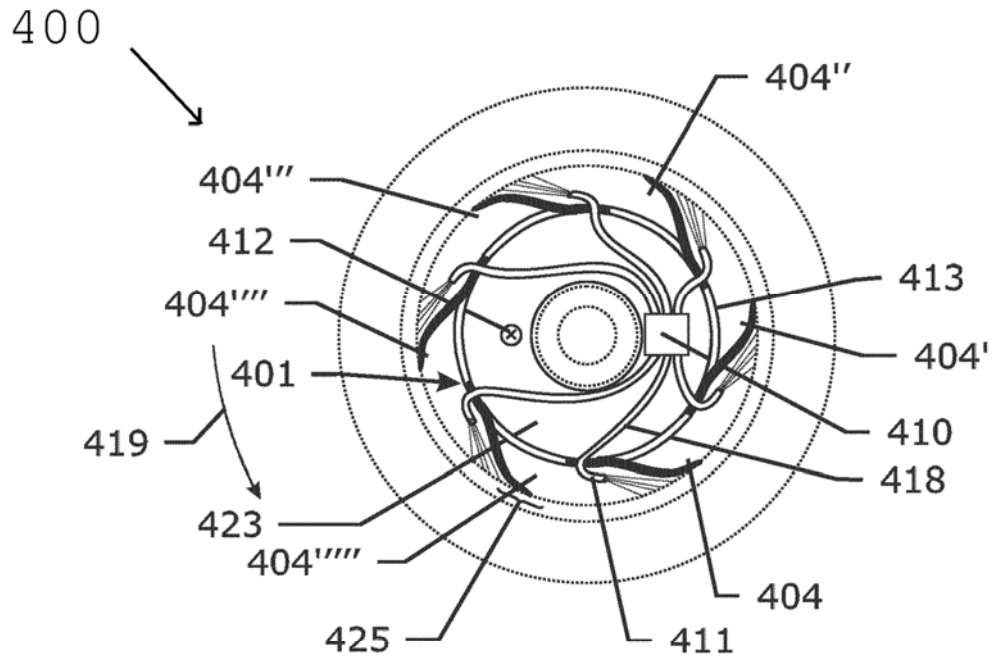


Fig. 4

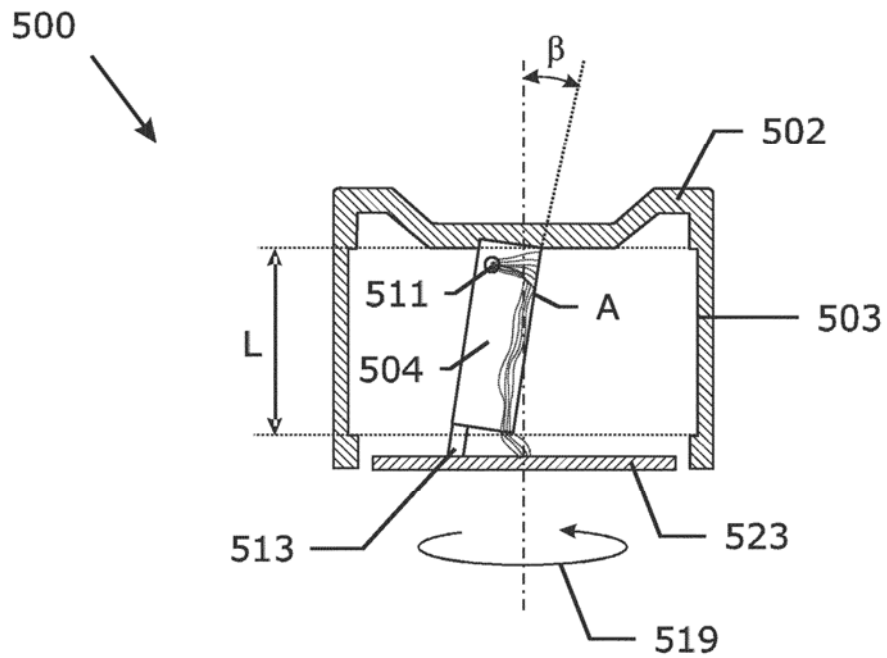


Fig. 5