

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 009**

51 Int. Cl.:

F16C 33/36 (2006.01)

F16C 33/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2018** **E 22175637 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024** **EP 4151873**

54 Título: **Perfil de contacto no-elíptico para cojinete de rodillos cilíndrico**

30 Prioridad:

26.04.2017 US 201762490392 P

14.06.2017 US 201762519464 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.02.2025

73 Titular/es:

THE TIMKEN COMPANY (100.00%)
4500 Mt. Pleasant NW
North Canton, Ohio 44720, US

72 Inventor/es:

AI, XIAOLAN y
RHODES, JERRY

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 999 009 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

Perfil de contacto no-elíptico para cojinete de rodillos cilíndrico

5 Solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/490.392, presentada el 26 de abril de 2017, y de la solicitud de patente provisional de EE. UU. n.º 62/519.464, presentada el 14 de junio de 2017.

10 Antecedentes

La presente invención se refiere a cojinetes y, más particularmente, a cojinetes de rodillos.

15 Los cojinetes cilíndricos radiales se utilizan principalmente para soportar una cantidad sustancial de carga radial. Sin embargo, las aplicaciones modernas requieren que tales cojinetes soporten también una cierta cantidad de carga axial. En estos casos, el extremo de los rodillos y las caras coincidentes sobre las pestañas interiores y exteriores de los anillos de cojinete deben estar diseñados adecuadamente para producir huellas de contacto adecuadas para gestionar tensión y fricción de contacto. Diseños de la técnica anterior, tales como los divulgados en los documentos 20 US 6.530.693 B1 y US 6.997.616 B2, proponen extremos perfilados de los rodillos, que resultan en porciones o huellas de contacto configuradas elípticas entre extremos de los rodillos y caras de las pestañas. Las formas de las elipses de contacto están determinadas por los radios principales en el centro del contacto, y son independientes de la carga de contacto. El tamaño de la elipse de contacto se incrementa a medida que se incrementa la carga de contacto. Para prevenir que la huella de contacto tenga interacción (por ejemplo, truncado) no deseada con los 25 bordes de la cara de la pestaña creados por el receso y el diámetro exterior o geometría de la superficie del diámetro interior, que conduce a tensiones severas de los bordes, las elipses de contacto están diseñadas con su eje semi-principal dispuesto en la dirección circunferencial. Sin embargo, con cargas altas, cuando la periferia de la elipse de contacto está muy alejada de los bordes de la cara de la pestaña, la forma de la elipse de la huella de contacto puede no ser la más deseable para gestionar la tensión de contacto. Otros rodillos perfilados son conocidos a partir de los documentos EP 2 309 143 y US 2003/012475. El documento EP 2.884.126 A1 divulga un cojinete de rodillos 30 que comprende un elemento de rodillo, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario

35 La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

La invención proporciona un cojinete de rodillos, que incluye un anillo de rodadura interior, un anillo de rodadura exterior, y un rodillo dispuesto entre y en contacto con los anillos interior y exterior. El cojinete tiene una pestaña sobre el anillo de rodadura interior en un extremo axial, y una pestaña sobre el anillo de rodadura exterior en un 40 extremo axial opuesto. Al menos una de las pestañas, o un extremo de los rodillos, tiene un perfil que incluye un segmento principal con un punto de referencia C, que define una localización de contacto entre el rodillo y la pestaña, teniendo el segmento principal un radio de curvatura continuamente variable, que se reduce a medida que se incrementa una distancia desde el punto de referencia C. En muchas realizaciones, el punto de referencia C puede estar en el centro del segmento principal, pero éste no tiene que ser necesariamente el caso.

45 Otros aspectos de la invención serán evidentes por consideración de la descripción siguiente y de los dibujos que se acompañan. Las Figuras 7 a 13 ilustran realizaciones de la invención de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas, las Figuras restantes ilustran cojinetes de rodillos no de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente en sección, de un cojinete de elementos de rodadura.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un elemento de rodadura del cojinete de elementos de rodadura de la 55 figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática del elemento de rodadura de la figura 2, que ilustra una porción del perfil de la cara extrema curvada.

60 La figura 4 ilustra esquemáticamente una huella de contacto entre el elemento de rodadura de la figura 3 y la cara de la pestaña coincidente del cojinete de elementos de rodadura.

La figura 5 ilustra esquemáticamente una realización alternativa de la invención, en la que el perfil extremo de los rodillos es esférico y la cara de la pestaña coincidente tiene al menos tres segmentos de perfil.

65 La figura 6 ilustra esquemáticamente otra realización alternativa de la invención, en la que el perfil extremo de los

rodillos es cónico y la cara de la pestaña coincidente tiene al menos tres segmentos de perfil.

La figura 7 es una vista en perspectiva, parcialmente en sección, de un cojinete de elementos de rodadura que incorpora la presente invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un elemento de rodadura de cojinete de elementos de rodadura de la figura 7.

La figura 9 es una vista esquemática del elemento de rodadura de la figura 8, que ilustra una porción del perfil de la cara extrema curvada.

La figura 10 es una vista parcial ampliada de la vista esquemática de la figura 9.

La figura 11 es una vista gráfica que muestra la curvatura de una porción del perfil de la cara extrema curvada de la figura 9.

La figura 12 ilustra esquemáticamente la huella de contacto entre el elemento de rodadura de la figura 9 y la cara de la pestaña coincidente del cojinete de elementos de rodadura.

La figura 13 ilustra esquemáticamente otra realización alternativa de la invención, en la que el perfil extremo de los rodillos es cónico y la cara de la pestaña coincidente tiene al menos tres segmentos de perfil, con al menos un segmento que es una porción de una curva logarítmica.

Descripción detallada

Antes de explicar en detalle algunas realizaciones de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes presentados en la descripción siguiente o ilustrados en los dibujos siguientes. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser practicada o de ser realizada de varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Con referencia a la figura 1, un cojinete de rodillos o cojinete de elementos de rodadura 10, fuera del alcance de las reivindicaciones, incluye un anillo exterior 20, un anillo interior 30, y un conjunto de rodillos 40 dispuestos entre y en contacto de rodadura con los anillos exterior e interior 20 y 30. Aunque la realización ilustrada muestra un cojinete de rodillos cilíndricos (con rodillos cilíndricos), la invención se puede aplicar también a cojinetes de rodillos cónicos, cojinetes de rodillos esféricos y, posiblemente, cojinetes de rodillos de agujas. El anillo exterior 20 incluye al menos una pestaña 21 que se extiende radialmente hacia dentro en un extremo de la pista de rodadura 22 definida sobre el anillo exterior 20. En la realización ilustrada, el anillo exterior 20 incluye dos pestañas 21 que se extienden radialmente hacia dentro. Cada pestaña 21 incluye una cara de pestaña 23 que mira axialmente hacia dentro hacia la pista de rodadura 22.

El anillo interior 30 incluye al menos una pestaña 31 que se extiende radialmente hacia fuera en un extremo axial de la pista de rodadura 32 definida sobre el anillo interior 30. La pestaña 31 incluye una cara de pestaña 33 que mira axialmente hacia dentro hacia la pista de rodadura 32.

Cada rodillo 40 tiene dos caras extremas 41a y 41b, y una superficie de diámetro exterior 46, que se acopla y rueda sobre las pistas de rodadura 22, 32. Las caras extremas 41a, 41b pueden estar realizadas sustancialmente simétricas a un plano radial central (un plano perpendicular al eje del rodillo) del rodillo 40, pero éste no tiene que ser necesariamente el caso.

Con referencia a las figuras 2 y 3, que muestran cojinetes de rodillos fuera del alcance de las reivindicaciones, cada cara extrema 41a, 41b contiene un perfil curvado 45 definido en un plano axial a través de un eje de rotación 47 (ver la figura 3) del rodillo 40. El perfil curvado 45 está formado por múltiples segmentos 51, 52, 53, 54, y 55 como, por ejemplo, se muestra en las figuras 2 y 3. Debe entenderse que en la figura 3, sólo la esquina inferior derecha del rodillo 40 se ilustra con el perfil 45 por simplicidad y claridad, pero que al menos la esquina superior derecha de la cara extrema 41b debería tener el mismo perfil reflejado alrededor del eje 47. De la misma manera, la cara extrema 41a podría incluir el mismo perfil 45 reflejado alrededor del punto central axial del rodillo 40. Cada segmento de perfil 51, 52, 53, 54 y 55 está definido por una curvatura definida matemáticamente. El segmento de perfil 51 es una porción de una línea recta, cuyo radio de curvatura es infinito. Los segmentos de perfil 52 a 55 son porciones de círculos con radios de curvaturas R_{A2} , R_{B2} , R_{C2} , y R_{D2} , respectivamente. Los centros de estas curvaturas están en O_{A2} , O_{B2} , O_{C2} , y O_{D2} , respectivamente. Los segmentos de perfil 51 y 52 están unidos en un punto tangente B. Los segmentos de perfil 53 y 54 están unidos en un punto tangente C. Los segmentos de perfil 54 y 55 están unidos en un punto tangente D. El segmento de perfil 55 está unido con la superficie de diámetro exterior 46 del rodillo 40 en el punto E. A diferencia de los otros puntos de unión (A-D), el punto E puede o no ser un punto tangente. El segmento de perfil 55 es opcional. En casos donde el segmento de perfil 55 no se utiliza, el segmento de perfil 54 se puede unir directamente con la superficie de diámetro exterior 46 en un punto no-tangente.

Las localizaciones de los segmentos de perfil 51, 52, 53, 54 y 55 de los rodillos 40 están diseñadas de tal manera que cuando el rodillo 40 es montado y puesto en funcionamiento en un cojinete 10 bajo carga de empuje, el contacto entre el extremo del rodillo 41a o 41b y la cara de la pestaña coincidente 23 y/o 33 comienza en este punto 61 (ver las figuras 4 a 6). Con referencia a la figura 4, se desarrolla un parche o huella de contacto 62 a medida que se incrementa la carga de contacto. La huella de contacto 62 permanece en forma elíptica o circular cuando la carga de contacto es relativamente baja antes de alcanzar un umbral de carga de $Q_{\min}$. Esta elipse o círculo corresponde al segmento de perfil 53 (BC) con el radio de curvaturas R_{B2} . A medida que la carga continúa incrementándose, la huella de contacto 62 comienza a desviarse de su forma elíptica o circular original. Específicamente, la huella de contacto 52 está truncada por el segmento 52 (AB) en el lado superior y por el segmento 54 (CD) en el lado inferior, y adopta una forma de no-elipse o no-elíptica, como se representa en el área entre 65 y 62. A medida que la carga se incrementa más, se incrementa la relación de aspecto (longitud sobre anchura) de la huella de contacto 62, y alcanza un valor predeterminado o deseable para atributos óptimos de contacto, tales como el par de torsión de la pestaña y/o la tasa de desgaste, bajo una carga de diseño predeterminada $Q_{\max}$ con carga $Q_{\max}$, la huella de contacto se representa por 65 y es de forma no-elíptica.

Para conseguir la forma no-elíptica mencionada anteriormente durante el contacto, el centro de curvaturas O_{B2} del segmento de perfil 53 puede estar desviado de o localizado a una distancia del eje del rodillo 47, que está dentro (menor que) una distancia DS_1 (ver la figura 3). De la misma manera, los centros de curvaturas para otros segmentos de perfil pueden estar desviados de o localizados a distancia del eje del rodillo 47 que están fuera o por encima (mayor que) DS_2 (ver la figura 3). $DS_1 < 0,5R$ y $DS_2 > 0,5R$, donde R es el radio del cuerpo de rodillo.

Cabe señalar que para conseguir la huella de contacto no-elíptica mencionada anteriormente, los segmentos de perfil 52 y 54 adyacentes al segmento de perfil principal 53 no tienen que ser porciones de círculos. Por ejemplo, pueden ser una porción de curvas exponenciales y/o curvas de logaritmos. De acuerdo con la invención (tales como se divulgan a continuación con respecto a las figuras 7 a 13), el segmento de perfil principal 53 podría ser una porción de curvas exponenciales y/o curvas de logaritmos.

El perfil de radios múltiples o perfil de segmentos múltiples mencionados anteriormente sobre caras extremas de rodillos se pueden realizar también, o como alternativa, sobre caras de pestañas 23 y/o 33. Las figuras 5 y 6 ilustran las caras de pestañas 33, pero pueden representar también las caras de pestañas 23.

La figura 5, fuera del alcance de las reivindicaciones, ilustra una porción de un cojinete de rodillos que tiene rodillos 40' con extremos esféricos de los rodillos 41'. El perfil del extremo del rodillo 41' se describe por una sola curva de radio R_{B2} con el centro de curvatura en el eje de rotación 47 del rodillo. El rodillo 40' se pone en contacto con el anillo interior 30' del cojinete durante el funcionamiento. El contacto ocurre en la cara coincidente de la pestaña 44', que tiene al menos tres segmentos de perfil 34, 35 y 36. Cada segmento de perfil 34, 35 y 36 se puede describir matemáticamente por un radio de curvatura. El radio de curvatura R_{B1} para el segundo segmento de perfil 35 puede ser infinito, es decir, que el segundo segmento de perfil es una línea recta. El primer segmento de perfil 34 está diseñado para estar tangente al segundo segmento de perfil 35. El segundo segmento de perfil 35, a su vez, está tangente al tercer segmento de perfil 36. El primer segmento de perfil 34 está unido al diámetro exterior 37 de la pestaña 31' en un punto no-tangente. El tercer segmento de perfil 36 está unido al receso 38 de la pestaña de otro punto no-tangente. Cuando el rodillo 40' se pone en contacto con la pestaña coincidente 31' en el punto de contacto 61', se desarrolla inicialmente una huella de contacto de forma elíptica o circular. La huella de contacto de forma elíptica o circular corresponde al radio de curvatura R_{B2} del extremo del rodillo 41'. A medida que se incrementa la carga, la elipse es truncada por el segmento de perfil 34" en el lado superior y por el segmento de perfil 36" en el lado inferior. La relación de aspecto de la elipse truncada se incrementa a medida que se incrementa la carga de contacto.

La figura 6, fuera del alcance de las reivindicaciones, ilustra un cojinete de rodillo que tiene rodillos 40" que tienen extremos de rodillos cónicos 41". El perfil de la cara coincidente 33" de la pestaña 31" se describe matemáticamente por curvas de radios múltiples. El perfil tiene al menos tres segmentos 34", 35" y 36". Dos segmentos adyacentes están tangentes entre sí. Cuando el rodillo 40" se pone en contacto con la pestaña coincidente 31" en el punto de contacto 61", se desarrolla inicialmente una huella de contacto de forma elíptica o circular. La huella de contacto de forma elíptica o circular corresponde al radio de curvatura R_{B1} del segmento de perfil 35". A medida que se incrementa la carga, la elipse es truncada por el segmento de perfil 34" en el lado superior y por el segmento de perfil 36" en el lado inferior. La relación de aspecto de la elipse truncada se incrementa a medida que se incrementa la carga de contacto. Con una carga de diseño predeterminada para el cojinete, la huella de contacto es no-elíptica.

Se puede obtener una huella de contacto no-elíptica por perfiles compuestos en la localización de contacto entre el extremo del rodillo y la cara de la pestaña coincidente. Es decir, que los perfiles de radios múltiples o los perfiles de segmentos múltiples pueden estar colocados o bien sobre el extremo del rodillo, sobre la cara de la pestaña o tanto sobre el extremo del rodillo como también sobre las caras de las pestañas, de acuerdo con las realizaciones. Fuera del alcance de las realizaciones, el segmento (o segmentos) de perfil en el centro de la huella de contacto tiene un radio de curvatura que es sustancialmente mayor que el de los segmentos adyacentes a ese segmento central. Con una carga de diseño predeterminada para el cojinete, la huella de contacto es no-elíptica.

Las figuras 7 a 11 lustran una realización de un rodillo o cojinete de elementos de rodillos 100 de la presente invención. Con referencia a la figura 7, el cojinete 100 incluye un anillo exterior 120, un anillo interior 130, y un conjunto de rodillos 140 dispuestos entre y en contacto de rodadura con los anillos exterior e interior 120 y 130. Aunque la realización ilustrada muestra un cojinete de rodillos cilíndricos (con rodillos cilíndricos), la invención se puede aplicar también a cojinetes de rodillos cónicos, cojinetes de rodillos esféricos y, posiblemente, cojinetes de rodillos de agujas. El anillo exterior 120 incluye al menos una pestaña 121 que se extiende radialmente hacia dentro en un extremo de la pista de rodadura 122 definida sobre el anillo exterior 220. En la realización ilustrada, el anillo exterior 120 incluye dos pestañas 121 que se extienden radialmente hacia dentro. Cada pestaña 121 incluye una cara de pestaña 123 que mira axialmente hacia dentro hacia la pista de rodadura 122.

El anillo interior 130 incluye al menos una pestaña 131 que se extiende radialmente hacia fuera en un extremo axial de la pista de rodadura 132 definida sobre el anillo interior 130. La pestaña 131 incluye una cara de pestaña 133 que mira axialmente hacia dentro hacia la pista de rodadura 132.

Cada rodillo 140 tiene dos caras extremas 141a y 141b, y una superficie de diámetro exterior 146, que se acopla y rueda sobre las pistas de rodadura 122, 132. Las caras extremas 141a, 141b pueden estar realizadas sustancialmente simétricas a un plano radial central (un plano perpendicular al eje del rodillo) del rodillo 140, pero éste no tiene que ser necesariamente el caso.

Con referencia a las figuras 8 y 9, cada cara extrema 141a, 141b contiene un perfil curvado 145 definido en un plano axial a través de un eje de rotación 147 (ver la figura 9) del rodillo 140. El perfil curvado 145 está formado por múltiples segmentos 151, 152, 153 y 154, como se muestra, por ejemplo, en las figuras 8 y 9. Debe entenderse que en la figura 9, solamente la esquina izquierda inferior del rodillo 140 se ilustra con el perfil 145 para simplicidad y claridad, pero que al menos la esquina izquierda superior de la cara extrema 14 tendría el mismo perfil 145 reflejado alrededor del eje 147. Cada segmento de perfil 151, 152, 153 y 154 se define por una curvatura descrita o definida matemáticamente. Cada segmento 151, 152, 153 y 154 puede ser una línea recta, una porción de un círculo, o una curva compleja descrita, por ejemplo, mediante ecuaciones logarítmicas o exponenciales.

El segmento de perfil 151 es una porción de una línea recta, cuyo radio de curvatura es infinito. Los segmentos de perfil 152 y 154 son porciones de círculos con radios de curvaturas R_{B2} y R_{D2} , respectivamente. Los centros de estas curvaturas están en O_{B2} y O_{D2} , respectivamente. Los segmentos de perfil 151 y 152 están unidos en un punto tangente A. Los segmentos de perfil 152 y 153 están unidos en un punto tangente B. Los segmentos de perfil 153 y 154 están unidos en un punto tangente D. El segmento de perfil 153 se extiende desde el punto B hasta el punto D e incluye el punto C. Como tal, el segmento de perfil 153 puede estar roto en dos porciones de segmento 153B y 153D. El segmento de perfil 154 está unido con el cuerpo 146 o diámetro exterior del rodillo 140 o esquina verde del rodillo en el punto E. A diferencia de los otros puntos de unión (A-D), el punto E puede o no ser un punto tangente.

El segmento de perfil 153 es una curva logarítmica o curvas logarítmicas descritas por las siguientes ecuaciones en el sistema de coordenadas locales x-y, cuyo origen es el punto de contacto central indicado por el punto de referencia C o 161, con el eje-x estando tangente al perfil extremo del rodillo en el punto de contacto C. El ángulo b representa el ángulo de contacto, que es también el ángulo de rotación entre los sistemas de coordenadas locales x-y y globales X_G - Y_G .

$$y = -A_b \log_e \left\{ 1 - \left(1 - e^{-\frac{y_b}{A_b}} \right) \left(\frac{x}{l_b} \right)^2 \right\} \quad x \leq 0 \quad (1a)$$

$$y = -A_d \log_e \left\{ 1 - \left(1 - e^{-\frac{y_d}{A_d}} \right) \left(\frac{x}{l_d} \right)^2 \right\} \quad x \geq 0 \quad (1b)$$

en donde A_b y A_d son constantes relacionadas con la deflexión de las superficies de contacto en dirección-y bajo carga de diseño nominal (por ejemplo, en algunas realizaciones puede variar de 1-100 micras o más preferiblemente de 10-25 micras); l_b , l_d , y_b e y_d son las distancias, como se definen en la figura 10. Más específicamente, l_b es una distancia en la dirección-x local entre el punto C y el punto B, l_d es una distancia en la dirección-x local entre el punto C y el punto D, y_b es una distancia en la dirección-y local entre el punto C y el punto B, e y_d es una distancia en la dirección-y local entre el punto C y el punto D.

Las curvas logarítmicas de la porción de segmento 153B (CB) y 153D (CD) se describen por las ecuaciones (1a) y (1b), respectivamente, y tienen radios de curvaturas continuamente variables. Por ejemplo, en el punto inicial C, los radios de curvaturas para CB y CD, respectivamente, son

$$R_{C-} = \frac{l_b^2}{2A_b \left(1 - e^{-\frac{y_b}{A_b}}\right)} \quad (2a)$$

$$R_{C+} = \frac{l_d^2}{2A_d \left(1 - e^{-\frac{y_d}{A_d}}\right)} \quad (2b)$$

Al final de los puntos finales (B o D) de las curvas logarítmicas (CB y CD), los radios de curvaturas son, respectivamente,

$$R_B = \frac{l_b}{2} \cdot \frac{\left[4\left(\frac{A_b}{l_b}\right)^2 \left(e^{\frac{y_b}{A_b}-1}\right)^2 + 1\right]^{3/2}}{\left(\frac{A_b}{l_b}\right) \left(e^{\frac{y_b}{A_b}-1}\right) \left(2e^{\frac{y_b}{A_b}-1}\right)} \quad (3a)$$

$$R_D = \frac{l_d}{2} \cdot \frac{\left[4\left(\frac{A_d}{l_d}\right)^2 \left(e^{\frac{y_d}{A_d}-1}\right)^2 + 1\right]^{3/2}}{\left(\frac{A_d}{l_d}\right) \left(e^{\frac{y_d}{A_d}-1}\right) \left(2e^{\frac{y_d}{A_d}-1}\right)} \quad (3b)$$

En general, las siguientes desigualdades son verdaderas

$$R_{C-} \geq R_B \quad (4a)$$

$$R_{C+} \geq R_D \quad (4b)$$

En el centro del punto de contacto C, los radios de curvaturas de las curvas logarítmicas son los más grandes. Por lo tanto, el radio de curvatura en un punto dado se reduce a medida que el punto se mueve a lo largo de la curva fuera del centro del punto de contacto C.

Puede ser deseable seleccionar parámetros de diseño, para que las siguientes ecuaciones se mantengan verdaderas, en donde

$$R_{C-} = R_{C+} \quad (5a)$$

$$R_{B2} = R_B \quad (5b)$$

$$R_{D2} = R_D \quad (5c)$$

en donde R_{B2} y R_{D2} son radios de curvaturas de segmentos circulares AB y DE, respectivamente.

La figura 11 muestra un ejemplo gráfico de un perfil de extremo de rodillo de segmentos múltiples de acuerdo con la presente invención. En este ejemplo, se incorporan las relaciones establecidas en las ecuaciones (5a) – (5c).

Con referencia a la figura 12, las localizaciones de los segmentos de perfiles 151, 152, 153 y 154 de los rodillos 140 están diseñadas de tal manera que cuando el rodillo 140 está montado y puesto en funcionamiento en un cojinete 100 bajo carga de empuje, el contacto entre el extremo del rodillo 141a o 141b y la cara de la pestaña coincidente 123 y/o 133 comienza en el punto 151. Se desarrolla una huella 162 a medida que se incrementa la carga de contacto. El tamaño y la forma de la huella 162 cambian a medida que se incrementa la carga de contacto. Con una carga de diseño predeterminada para el cojinete 100, la huella de contacto es no-elíptica.

Los segmentos de perfiles 152 y 154 adyacentes al segmento de perfil principal 153 no tienen que ser necesariamente porciones de círculo. Por ejemplo, pueden ser porciones de curvas exponenciales o porciones de curvas logarítmicas. Todavía en otras alternativas, los segmentos de perfil 152, 154 pueden ser extensiones de curvas logarítmicas utilizadas para el segmento de perfil principal 13. Todavía en otras realizaciones, no son necesarios segmentos de perfiles 152 y 154 adyacentes, adicionales. En su lugar, el segmento principal 153 puede

ser el único segmento del perfil curvado 145.

Los perfiles extremos de rodillos de segmentos múltiples mencionados anteriormente se pueden realizar también, o como alternativa, sobre caras de pestañas 123 y/o 133. La figura 13 ilustra la cara de la pestaña 133, pero también puede representar las caras de las pestañas 123.

la figura 13 ilustra un cojinete de rodillos con rodillos 140', que tienen extremos de rodillos cónicos 141'. El perfil de la cara coincidente 133' de la pestaña 131' se describe matemáticamente por curvas de segmentos múltiples. El perfil tiene al menos tres segmentos 134, 135 y 136. Dos segmentos adyacentes están tangentes entre sí. Cuando el rodillo 140' se pone en contacto con la superficie coincidente 131' en el punto de contacto 161, se desarrolla una huella de contacto no-elíptica con una carga de diseño predeterminada. La huella de contacto no-elíptica corresponde a las curvas logarítmicas del segmento de perfil 135, que puede tener la misma curvatura que el segmento de perfil 153 descrito anteriormente. La relación de aspecto de la huella de contacto se incrementa a medida que se incrementa más la carga de contacto.

Una vez más, se puede obtener una huella de contacto no-elíptica por perfiles compuestos en la localización de contacto entre el rodillo y la cara de la pestaña coincidente. Es decir, que perfiles de segmentos múltiples pueden estar colocados ya sea sobre el extremo de los rodillos, sobre la cara de la pestaña, o tanto sobre el extremo de los rodillos como también sobre las caras de las pestañas. El segmento o segmentos de perfil en el centro de la huella de contacto es una porción de una curva logarítmica que tiene radios de curvaturas continuamente variables. Los radios de curvaturas del segmento logarítmico no son inferiores a los de los segmentos adyacentes al segmento logarítmico.

Varias características y ventajas de la invención se presentan en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Cojinete de rodillos (100), que comprende:

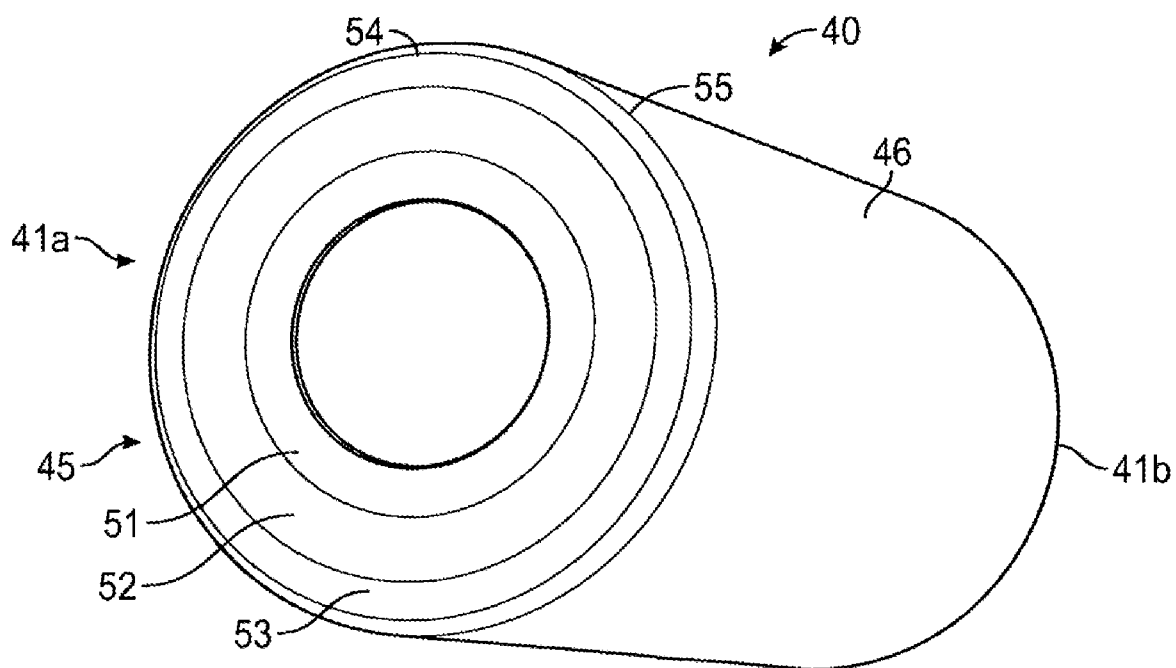
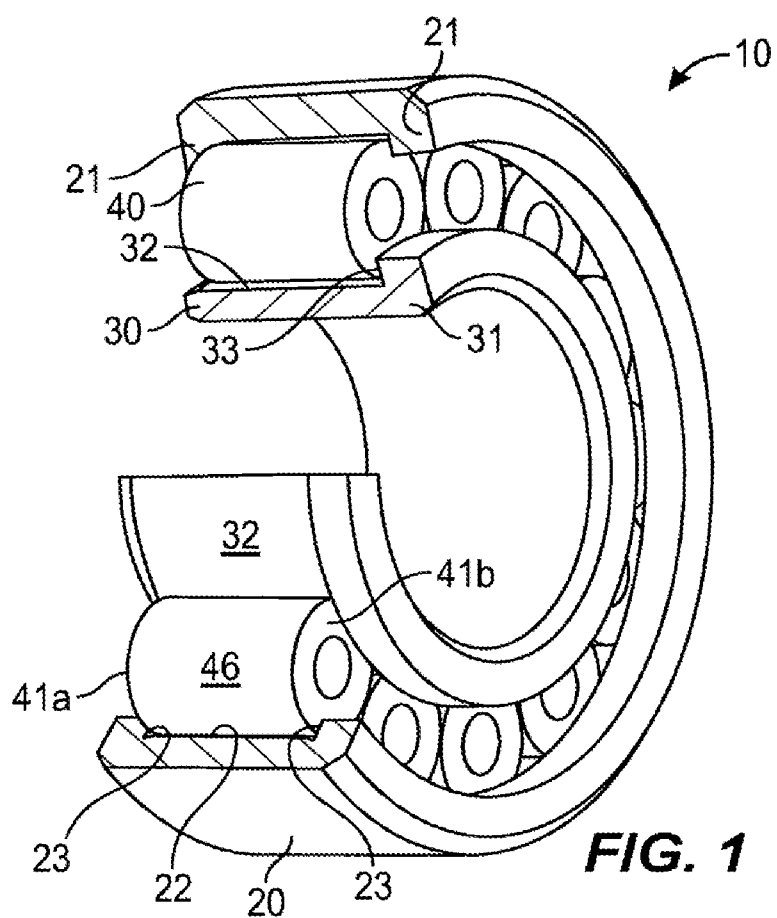
- 5 un anillo de rodadura interior (130);
un anillo de rodadura exterior (120);
y un rodillo (140) dispuesto entre y en contacto con los anillos interior y exterior (130, 120);
en donde el cojinete tiene una pestaña (131) sobre el anillo de rodadura interior (130) en un extremo axial, y una
pestaña (21) sobre el anillo de rodadura exterior (20) en un extremo axial opuesto;
10 en donde al menos una de las pestañas (121, 131), o un extremo del rodillo (140), tiene un perfil que incluye un
segmento principal (153; 135) con un punto de referencia C que define una locación de contacto entre el rodillo
(140) y la pestaña (121, 131), caracterizado por que el segmento principal (153; 135) tiene un radio de curvatura
continuamente cambiante, a ambos lados del punto de referencia C, que se reduce a medida que se incrementa
una distancia desde el punto de referencia C.
- 15 2. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153; 135) es intermedio de dos
segmentos adicionales (152, 154; 134, 136), siendo cada uno de los dos segmentos adicionales (152, 154; 134, 136)
porciones de un círculo.
- 20 3. El cojinete de rodillos de la reivindicación 2, en donde los respectivos radios de curvatura de los dos segmentos
adicionales (152, 154; 134, 136) son diferentes.
4. El cojinete de rodillos de la reivindicación 2, comprendiendo además un cuarto segmento (151) unido
tangencialmente con uno de los dos segmentos adicionales (152).
- 25 5. El cojinete de rodillos de la reivindicación 2, en donde un radio de curvatura en el punto de referencia C del
segmento principal (153; 135) es mayor que un radio de curvatura de cada uno de los dos segmentos adicionales
(152, 154; 134, 136).
- 30 6. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153; 135) es una porción de una o
más curvas logarítmicas.
7. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153; 135) se describe mediante las
siguientes ecuaciones:

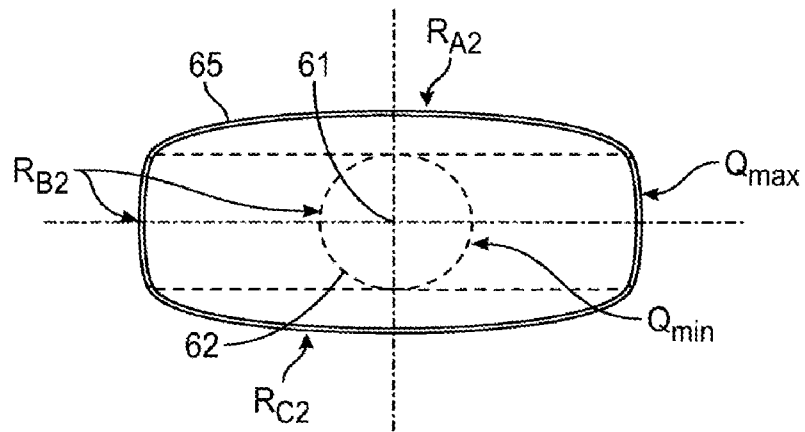
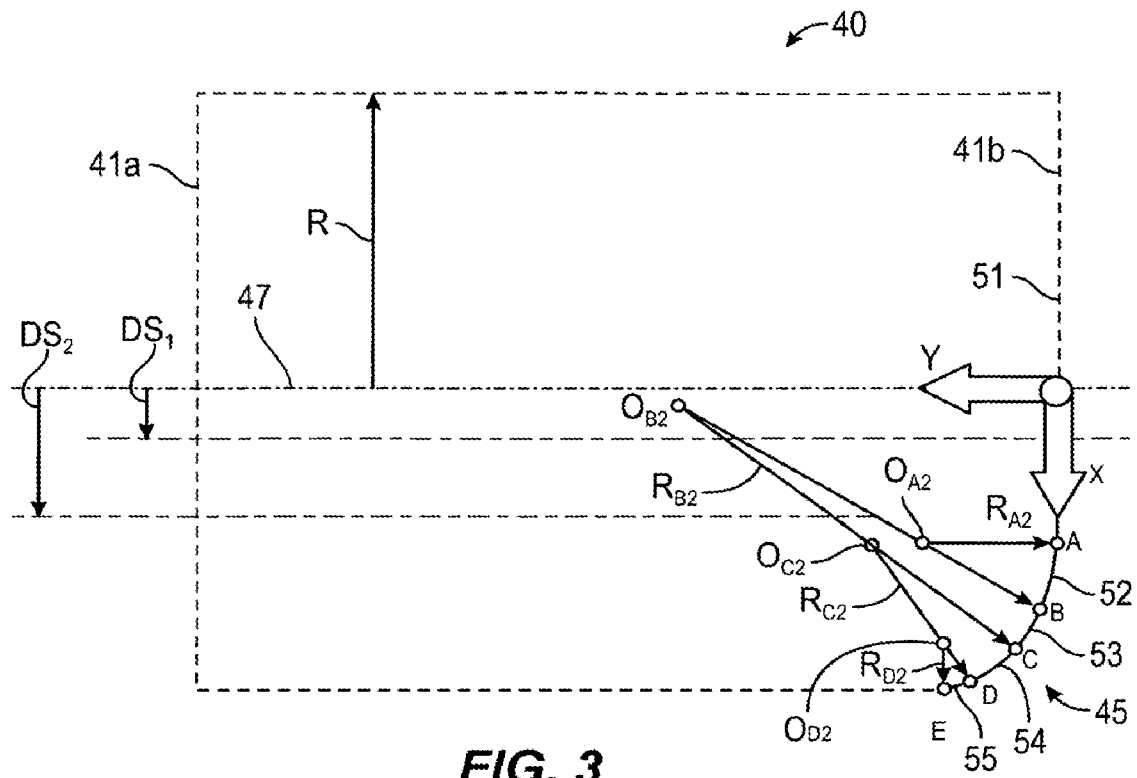
$$y = -A_b \log_e \left\{ 1 - \left(1 - e^{-\frac{y_b}{A_b}} \right) \left(\frac{x}{l_b} \right)^2 \right\} \quad x \leq 0$$

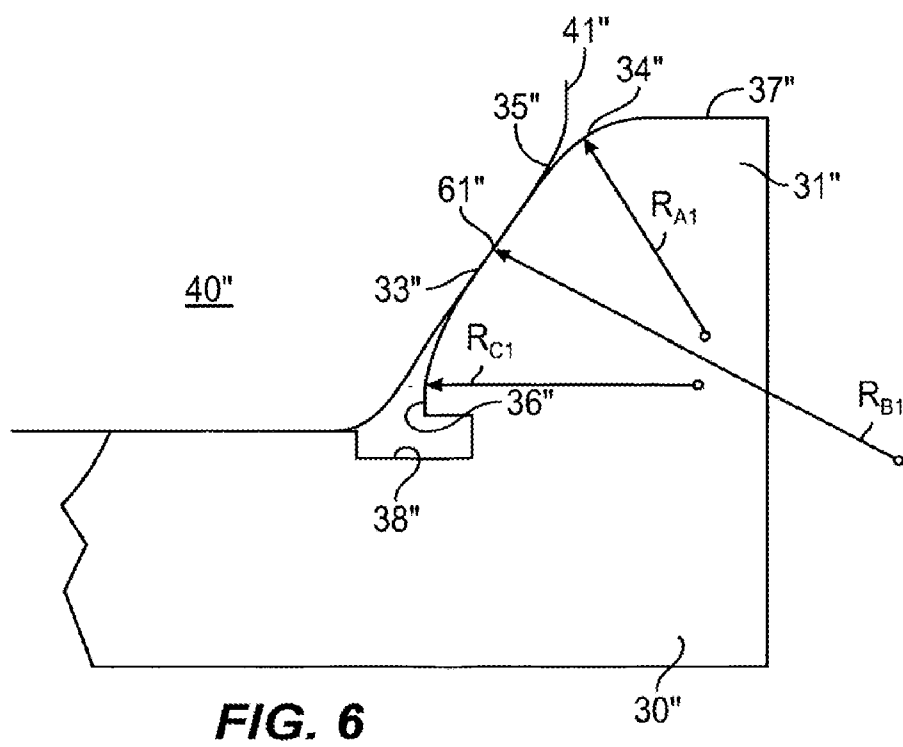
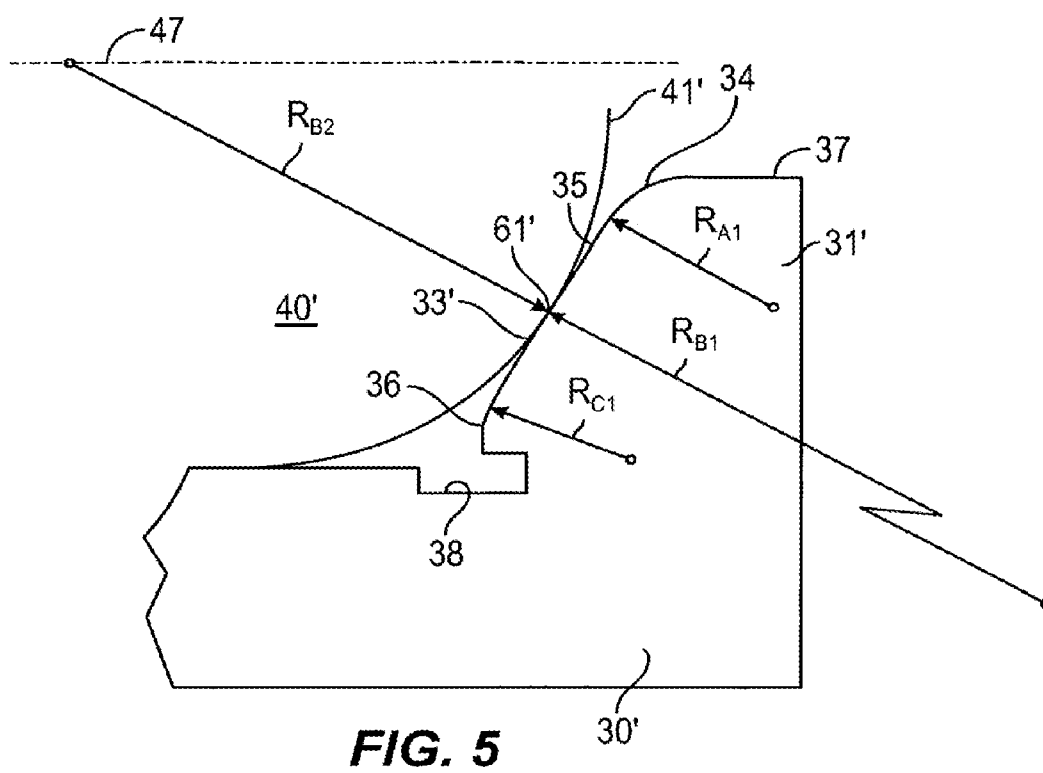
$$y = -A_d \log_e \left\{ 1 - \left(1 - e^{-\frac{y_d}{A_d}} \right) \left(\frac{x}{l_d} \right)^2 \right\} \quad x \geq 0$$

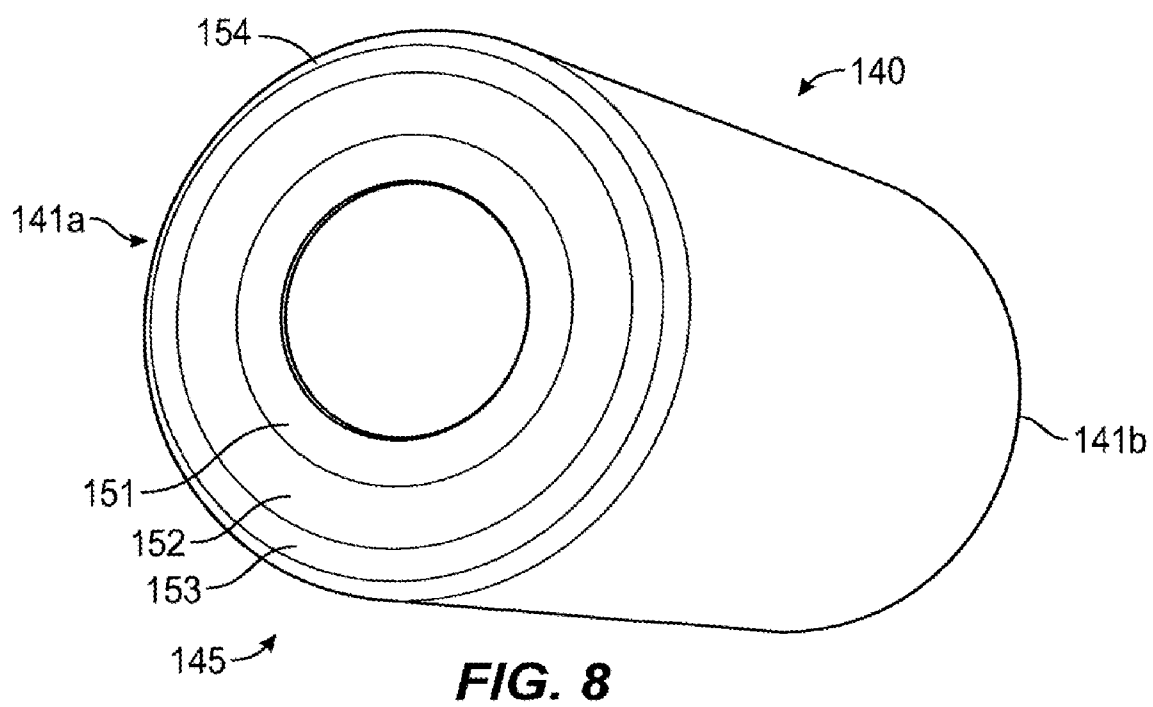
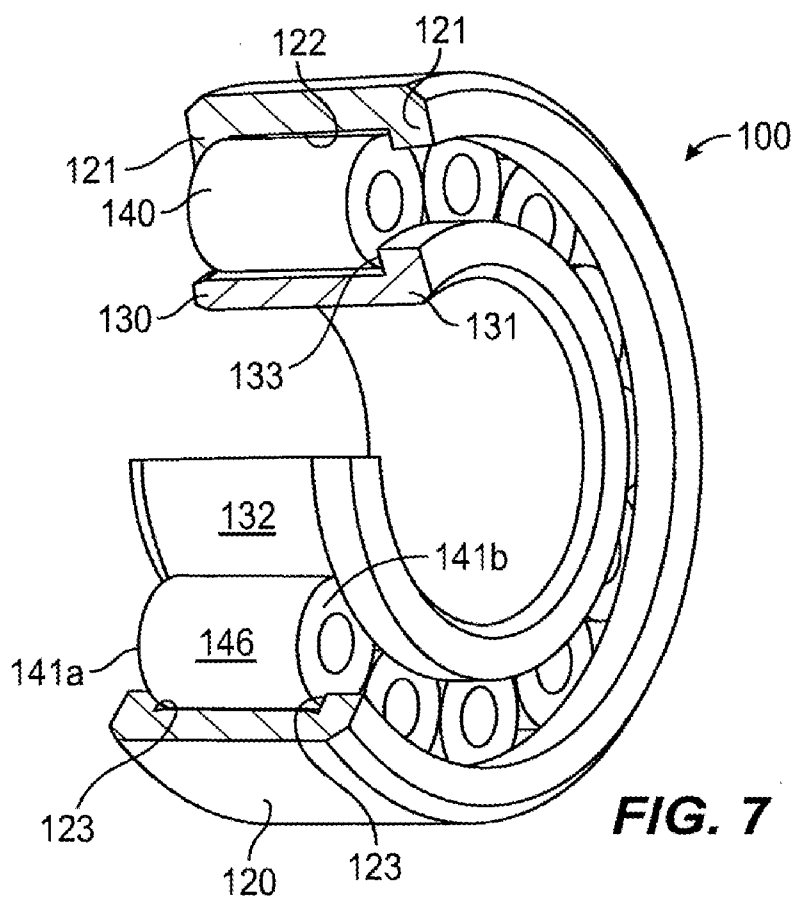
- 35 en donde un sistema de coordenadas x-y local tiene un origen en el punto de referencia C siendo el eje x
tangente al punto de referencia C;
en donde el segmento principal (153; 135) tiene los puntos finales B y D;
40 en donde l_b es una distancia en una dirección x local entre el punto C y el punto B, l_d es una distancia en la
dirección x local entre el punto C y el punto D, y_b es una distancia en una dirección y local entre el punto C y el
punto B, y y_d es una distancia en la dirección y local entre el punto C y el punto D; y
en donde A_b y A_d son constantes relacionadas con la deflexión de las superficies de contacto bajo carga nominal
de diseño.
- 45 8. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153) es intermedio de dos
segmentos adicionales (152, 154), y en donde el segmento principal (153) y dos segmentos adicionales (152, 154)
están formados en el extremo del rodillo (140).
- 50 9. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (135) es intermedio de dos
segmentos adicionales (134, 136), y en donde el segmento principal (135) y dos segmentos adicionales (134, 136)
están formados en la cara de la pestaña (123; 133).
- 55 10. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153) está formado en el extremo del
rodillo (140), y en donde el segmento principal (153) está en un primer extremo axial (141a) del rodillo (140), y en
donde el rodillo (140) incluye un segundo segmento principal (153) en un segundo extremo axial (141b) del rodillo
(140).

11. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde el segmento principal (153; 135) está formado en la cara de la pestaña (123; 133), y en donde el rodillo (140) incluye un extremo de rodillo (141) que se acopla con el segmento principal (153; 135), siendo el extremo de rodillo (141) cónico.
- 5 12. El cojinete de rodillos de la reivindicación 1, en donde una huella de contacto definida entre la pestaña (121; 131) y el extremo (141) del rodillo (140) tiene forma no elíptica cuando el cojinete funciona a una carga de diseño predeterminada.









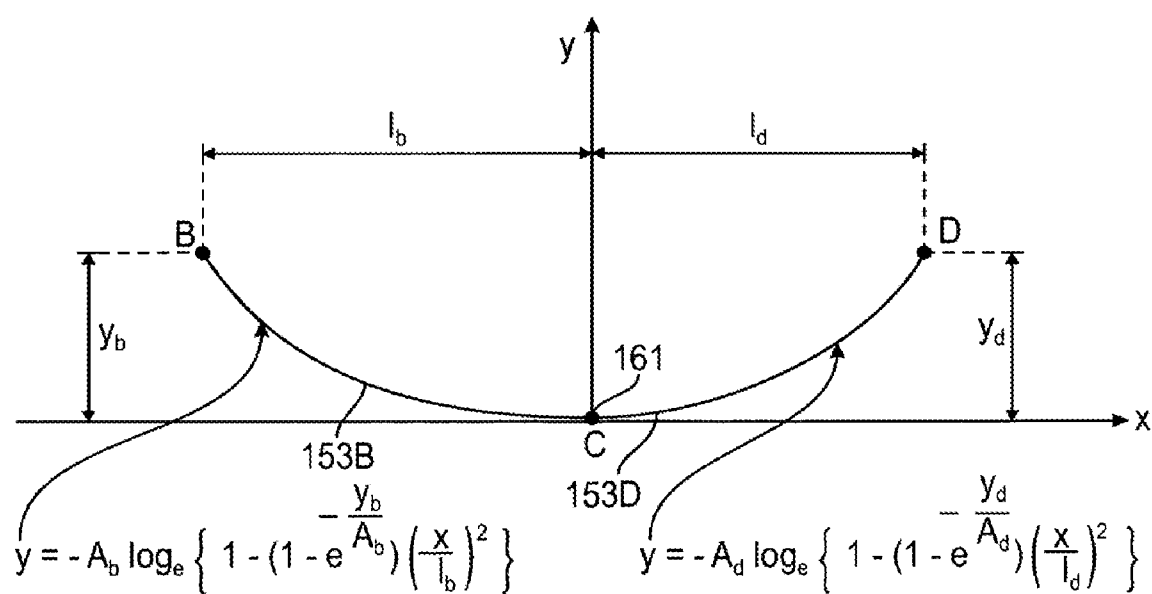
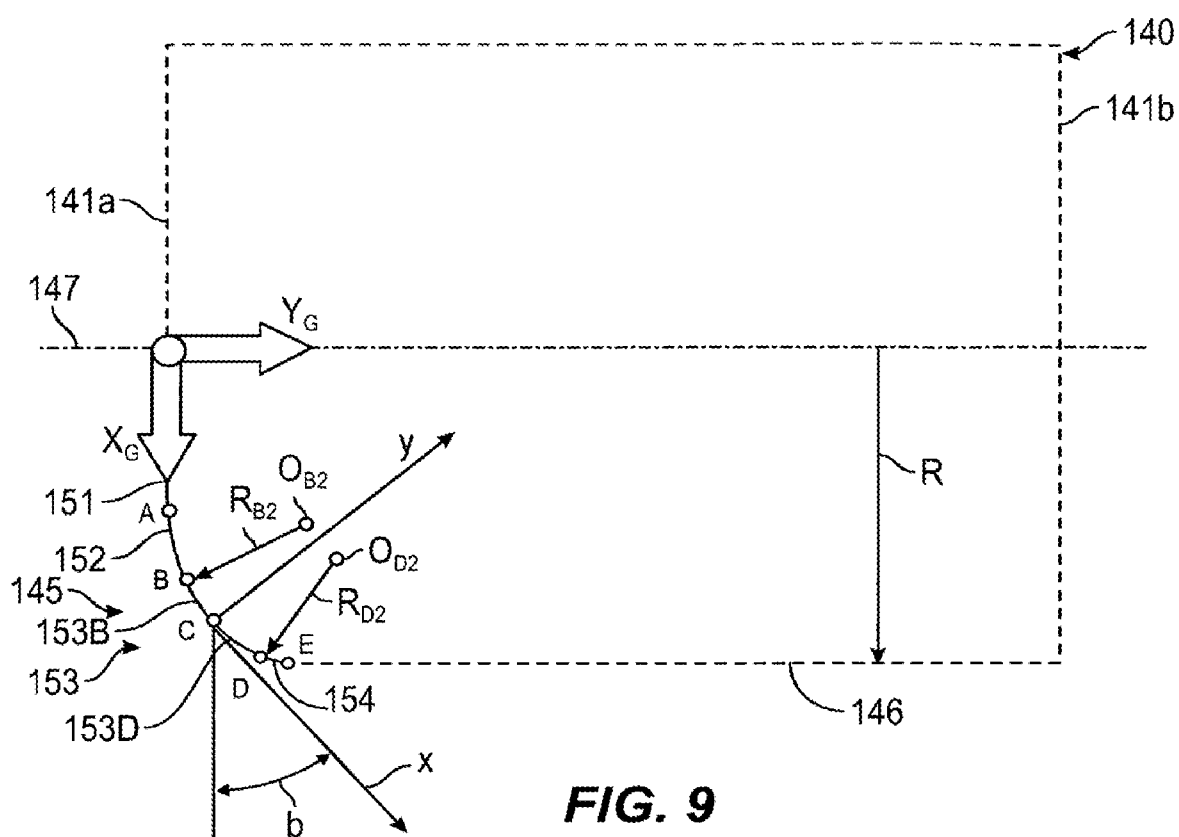


FIG. 10

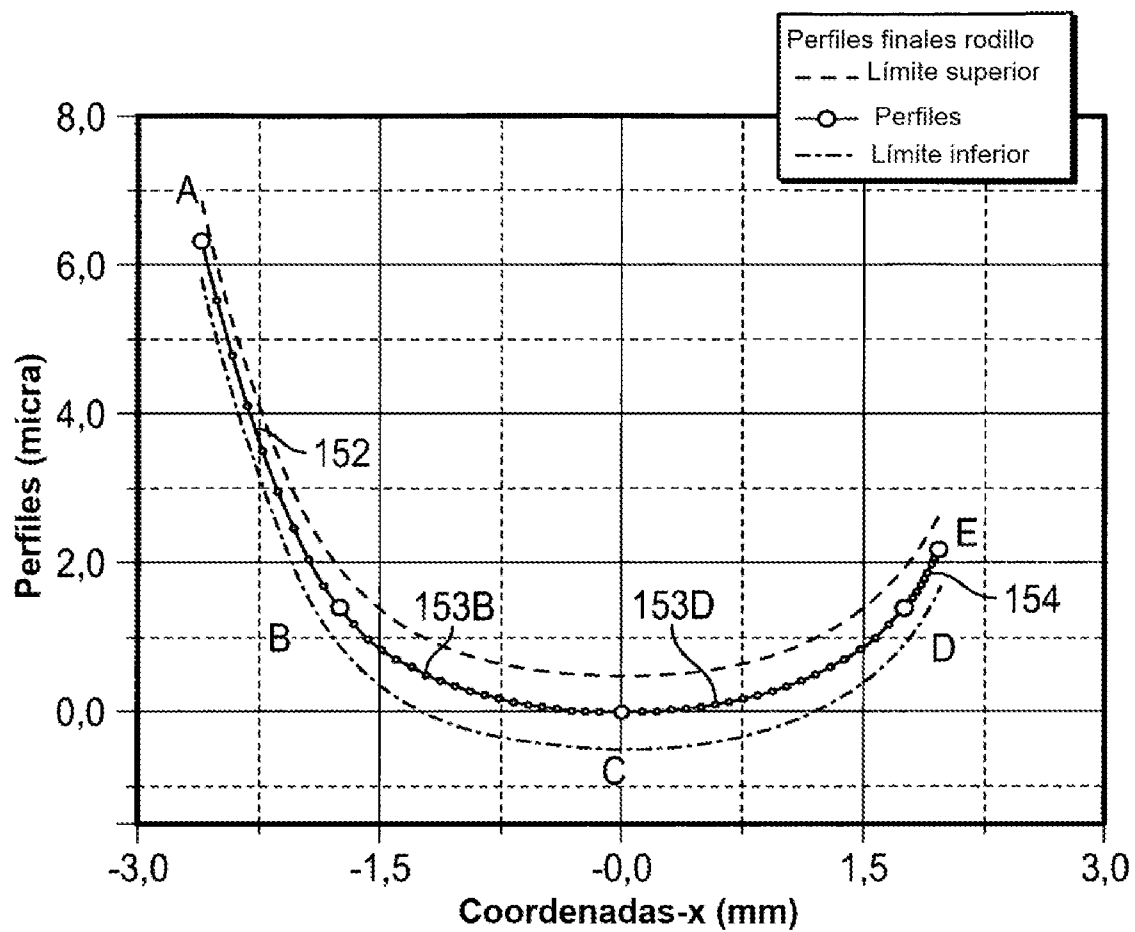


FIG. 11

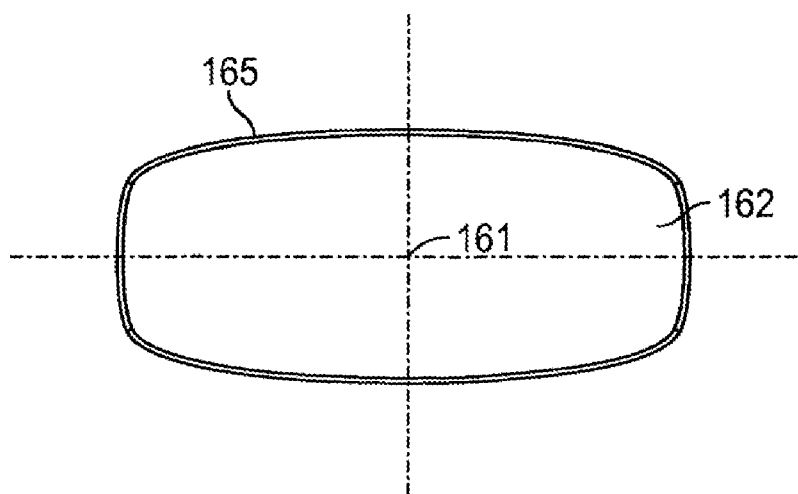


FIG. 12

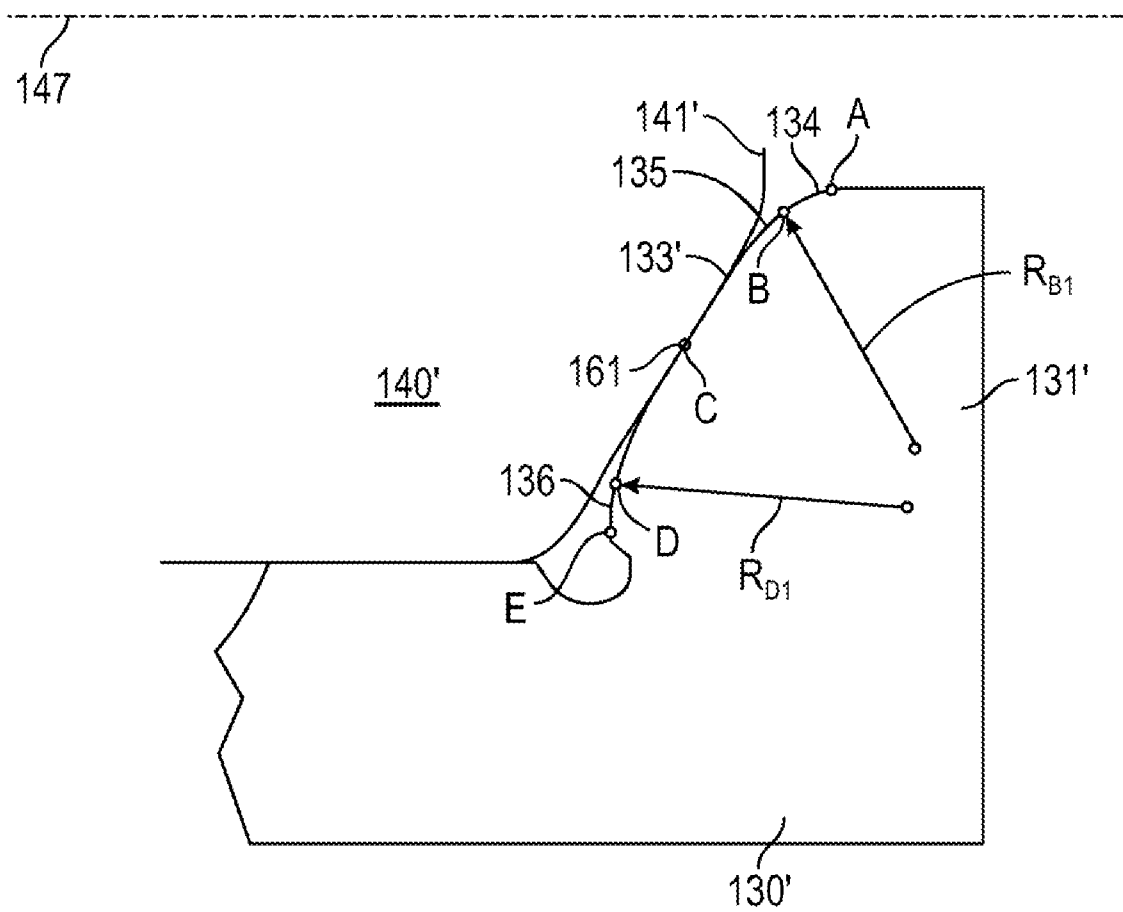


FIG. 13