

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 755**

51 Int. Cl.:

F16C 19/36 (2006.01)

F16C 33/58 (2006.01)

F16C 33/64 (2006.01)

F16C 19/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2011 PCT/EP2011/071157**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2012 WO12076353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2011 E 11788459 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2649332**

54 Título: **Concepto geométrico para un contacto de rodillo-borde en rodamientos de rodillos**

30 Prioridad:

06.12.2010 DE 102010062481

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2016

73 Titular/es:

**AKTIEBOLAGET SKF (100.0%)
415 50 Göteborg, SE**

72 Inventor/es:

**LIANG, BAOZHU y
REUGELS, MICHAEL**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 594 755 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

Concepto geométrico para un contacto de rodillo – borde en rodamientos de rodillos

5 La presente invención se refiere a un concepto geométrico para un contacto de rodillo – borde en rodamientos de rodillos, especialmente para un contacto de rodillos cónicos – borde de rodamientos de rodillos cónicos.

10 Los bordes de guía de los rodamientos de rodillos como, por ejemplo, rodamientos de rodillos cónicos se pueden configurar rectos o esféricos. Los bordes rectos se emplean principalmente para rodamientos de rodillos de pequeño diámetros y, por lo tanto, de anchuras de borde más reducidas. Con frecuencia el ancho del borde es demasiado pequeño como para poder realizar un perfil definido en una superficie de borde disponible. Los bordes esféricos se utilizan fundamentalmente en caso de rodamientos de rodillo de mayor diámetro y, por lo tanto, con anchuras de borde más amplias. Un borde esférico se caracteriza por que un radio, que describe una forma de borde orientada hacia la vía de rodadura de los rodillos, tiene su origen esencialmente en un eje de rotación de los rodillos, permitiéndose pequeñas diferencias debidas a errores de alineación.

15 Para explicar los rodamientos de rodillos con bordes esféricos de manera más detallada, la figura 1 muestra en una representación esquemática una sección longitudinal de un rodamiento de rodillos 10 configurado, a modo de ejemplo, como rodamiento de rodillos cónicos. El rodamiento de rodillos 10 presenta un anillo interior de apoyo 11, un anillo exterior de apoyo 12 y una pluralidad de rodillos 13 que pueden rodar sobre superficies o vías de rodadura 14, 15 formadas por las caras interiores de los anillos de apoyo 11, 12. En el caso de un rodamiento de rodillos cónicos, los rodillos o cuerpos de rodadura 13 son rodillos cónicos.

20 Los rodillos cónicos 13 pueden rodar en una vía de rodadura interior 14 moldeada dentro del anillo interior de apoyo 11 y en una vía de rodadura exterior 15 moldeada dentro del anillo exterior de apoyo 12. Las vías de rodadura 14, 15 se configuran en un rodamiento de rodillos cónicos, considerado de forma tridimensional, como camisa cónica. En la sección longitudinal mostrada en la figura 1 del rodamiento de rodillos cónicos, 10 las vías de rodadura 14, 15 definen, en una prolongación imaginaria, una recta interior 16 y una recta exterior 17 que se encuentran en un eje de giro o de rotación 18 del rodamiento de rodillos 10 en un punto de giro 19.

25 Durante un funcionamiento del rodamiento 10 cada rodillo (cónico) 13 gira alrededor de un eje de rodillo 20 propio, pasando una prolongación imaginaria del eje de rodillo 20 igualmente por el punto de giro 19. Por medio de una posición relativa de la recta interior 16, de la recta exterior 17, del eje de giro de apoyo 18 y del eje de rodillo 20, que se cruzan todos en el punto de giro 19, se cumple para los rodillos cónicos 13 una condición de rodadura en las vías de rodadura 14, 15, por lo que con un giro relativo del anillo interior de apoyo 11 y del anillo exterior de apoyo 12 los rodillos cónicos 13 ruedan en las vías de rodadura 14, 15 prácticamente sin resbalamiento, reduciéndose al mínimo el correspondiente porcentaje de rozamiento de deslizamiento.

30 Para optimizar también el rozamiento que se produce en dirección axial, es decir, en dirección del eje de giro del apoyo 18 con la absorción de fuerzas axiales, los rodillos 13 empleados en los rodamientos de rodillos pueden presentar por su cara frontal 21 una primera curvatura determinada por un primer radio R_{21} de manera que como superficie de la cara frontal de los rodillos 13 resulta una parte de una superficie esférica que en un punto de contacto 22, como se indica en la ampliación de la figura 1, entra en contacto con un borde 23 recto o esférico, por ejemplo del anillo interior de apoyo 11. Para obtener un punto de contacto 22 definido, la superficie de borde curvada a modo de esfera presenta una segunda curvatura definida por un segundo radio R_{23} que es más pequeña que la primera curvatura de la superficie de la cara frontal esférica 21 de los rodillos 13.

35 En los rodamientos de rodillos, por ejemplo rodamientos de rodillos cilíndricos, de rodillos esféricos o de rodillos cónicos, configurados con bordes rectos o planos, el contacto de rodillo – borde presenta, en comparación con los bordes esféricos, una mayor presión superficial (presión de Hertz) entre la cara frontal del rodillo 21 y la superficie de borde orientada hacia la misma. Por presión de Hertz se entiende la máxima tensión existente en el centro de la superficie de contacto de dos cuerpos elásticos. Si se presionan dos cuerpos elásticos (cara frontal de rodillos curvada y borde recto o plano) el uno contra el otro, como ocurre en los rodamientos de rodillos de bordes rectos, dichos cuerpos se tocan en el caso idealizado solamente de manera puntiforme.

40 Sin embargo, debido a la elasticidad se produce en el caso real un aplanamiento en el punto de contacto 22 y, por consiguiente, una superficie de contacto. En la superficie de contacto se produce en los dos cuerpos una distribución característica de la tensión (presión superficial), siendo la tensión en el centro siempre la mayor. Si una superficie esférica y una superficie de borde plana se toca, como ocurre aquí, se forma una elipse de contacto. Debido a la presión superficial, que en comparación es grande, la estructuración de la película de engrase es por regla general relativamente mala en los rodamientos de rodillos con bordes rectos, siendo las fuerzas que actúan más altas. Por otra parte, precisamente los bordes rectos o planos conducen, en comparación con los bordes esféricos, a elipses de contacto más pequeñas entre la cara frontal de rodillo y la superficie de borde orientada hacia la misma, por lo que la elipse de contacto y los cantos de los bordes sólo se pueden solapar en caso de cargas extremas. En el caso de los bordes rectos o planos suele existir además una menor sensibilidad del punto de contacto 22 frente a errores de alineación, de modo que se puede conseguir un punto de contacto definido 22 entre el rodillo 13 y el borde. Mientras que con los bordes planos se posibilita, por una parte, una mayor inclinación de los rodillos 13, la conducción de los rodillos durante la marcha resulta, por otra parte, comparativamente mala.

Los rodamientos de rodillos cónicos del sector de grandes almacenes se pueden realizar, como se muestra en la figura 1, con bordes esféricos 23 lo que, en comparación con bordes rectos o planos, da lugar a una menor presión superficial entre la cara frontal de rodillos 21 y la superficie de borde orientada hacia el rodillo 13. En comparación con los bordes rectos, los bordes esféricos 23 provocan además mayores elipses de contacto entre la cara frontal de rodillo 21 y la superficie de borde opuesta, por lo que los solapamientos entre las elipses de contacto y los cantos de borde y, por consiguiente, las presiones de canto son más frecuentes. Generalmente existe en los bordes esféricos 23 una mayor sensibilidad del punto de contacto 22 frente a los errores de alineación que en los bordes rectos o planos. A pesar de que, por una parte, los bordes esféricos tienen como resultado una menor inclinación del rodillo 13 se consigue, por otra parte, que debido al estrecho ajuste entre la cara frontal de rodillo 21 y la superficie de borde orientada hacia el rodillo 13, el rodillo 13 se pueda guiar mejor durante la marcha. A través de la elección de distintos radios de curvatura (y/o de sus orígenes) de la superficie frontal de rodillo 21 y la superficie de borde esférica se puede lograr teóricamente con los bordes esféricos un punto de contacto definido 22 entre el rodillo 13 y el borde 23.

Uno de los inconvenientes principales de un borde esférico es la sensibilidad del punto de contacto 22 resultante entre la cara frontal de rodillo 21 y el borde 23 en cuanto a los errores de alineación. Las diferencias en el ángulo de la vía de rodadura, el ángulo de rodillo, el radio del borde así como el radio de la cara frontal de rodillos ejercen una influencia decisiva.

El documento CH212693 A revela un rodamiento de rodillos según el preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en reducir esta sensibilidad del punto de contacto entre la cara frontal de rodillo y el borde en cuanto a los errores de alineación.

Para reducir la sensibilidad del punto de contacto de rodillo – borde en cuanto a los errores de alineación y poder garantizar, a pesar de ello, un guiado suficiente del rodillo durante la marcha, se propone en este caso una geometría superficial del borde debidamente optimizada. La geometría superficial del borde propuesta presenta a estos efectos, por una parte, una sección esférica destinada a garantizar el guiado del rodillo así como una presión de Hertz reducida. Por otra parte, la geometría del borde propuesta presenta también una sección definida en lo que sigue como sección que se va abriendo, que produce una mayor medida de hendidura, es decir, una mayor distancia que la que se obtendría con un borde puramente esférico.

Los ejemplos de realización de la invención prevén un rodamiento de rodillos con un anillo de apoyo con una vía de rodadura para al menos un rodillo que presente una superficie frontal de rodillo configurada al menos en parte de forma esférica con una primera curvatura. El anillo de apoyo presenta, para la desviación de las fuerzas axiales, un borde dispuesto por la cara frontal respecto al borde con una superficie de borde orientada hacia la superficie frontal del rodillo, comprendiendo la superficie del borde una sección de superficie de borde esférica con una segunda curvatura que se puede realizar en la sección de superficie de borde esférica de manera constante o variable. La primera y la segunda curvatura se eligen de modo que se obtenga entre la superficie frontal de rodillo esférica y la sección de superficie de borde esférica una primera medida de hendidura (que según la geometría del rodillo – borde también puede ser una medida de hendidura media). La superficie del borde presenta además una sección de superficie de borde que se va abriendo con una curvatura menor que la segunda para una medida de hendidura mayor que la primera entre la superficie frontal de rodillo y la sección de superficie de borde que se va abriendo.

De acuerdo con otro aspecto se proporciona también un procedimiento para la fabricación de un anillo de apoyo para un rodamiento de rodillos con una vía de rodadura para al menos un rodillo, presentando el rodillo una superficie frontal de rodillo esférica con una primera curvatura. El procedimiento comprende una fase para la puesta a disposición de un borde dispuesto por la cara frontal respecto al rodillo para la desviación de las fuerzas axiales con una superficie de borde orientada hacia la superficie frontal de rodillo, presentando la fase de puesta a disposición a su vez los siguientes pasos:

- Puesta a disposición de una sección superficial esférica de la superficie de borde con una segunda curvatura, eligiéndose la segunda curvatura frente a la primera curvatura de modo que entre la superficie frontal de rodillo esférica y la sección de superficie de borde esférica se obtenga una primera medida de hendidura y
- creación de una sección superficial que se va abriendo de la superficie de borde con una curvatura menor que la segunda de modo que entre la superficie frontal de rodillo esférica y la sección superficial que se va abriendo se obtenga una medida de hendidura mayor que la primera medida de hendidura..

La segunda curvatura de la sección superficial de borde esférica se puede realizar, según los ejemplos de realización, de forma constante o variable.

Un primer plano tangencial de una superficie del borde desarrollada en esta zona hipotéticamente de manera puramente esférica en lugar de la sección superficial que se va abriendo, y un segundo plano tangencial de la sección superficial de borde que se va abriendo forman, según los ejemplos de realización, un ángulo máximo α mayor que 0° y menor o igual a 30° .

La sección superficial de borde esférica se extiende, según los ejemplos de realización, por una zona correspondiente a al menos una tercera parte de la superficie del borde.

- De acuerdo con algunos ejemplos de realización, la sección superficial de borde esférica se extiende desde una esquina entre la vía de rodadura y la superficie de borde hasta un extremo radial del borde y un canto del borde. La sección superficial de borde esférica se puede encontrar en un anillo interior de apoyo, o sea, en una zona inferior orientada hacia una superficie de rodadura interior del borde, adyacente a un canto de borde o de penetración,
- 5 encontrándose la sección de borde que se va abriendo en este caso, adyacente a la sección superficial de borde esférica, en la zona superior del borde. En el caso de un anillo exterior de apoyo las posiciones son del revés, es decir, la sección superficial de borde esférica se encuentra en una zona superior del borde adyacente a un canto de borde o de penetración, mientras que la sección de borde que se va abriendo se encuentra en la zona inferior del borde opuesta a la superficie de rodadura exterior.
- 10 Conforme a otros ejemplos de realización también es posible que la sección esférica no se ajuste al canto del borde entre la vía de rodadura y el borde, por lo que las zonas superficiales de borde que se van abriendo se encuentran por encima o por debajo de la sección esférica. En este caso, una primera sección superficial de borde que se va abriendo se extiende desde una esquina entre la vía de rodadura y la superficie de borde, siguiendo en dirección radial, a la primera sección superficial de borde que se va abriendo, la sección superficial de borde esférica. En una
- 15 zona de la sección superficial de borde esférica opuesta a la sección superficial de borde que se va abriendo se extiende en dirección radial una segunda sección superficial de borde que se va abriendo desde la sección superficial de borde esférica hasta un extremo radial del borde.
- Según los ejemplos de realización se trata en el caso del rodamiento de rodillos de un rodamiento de rodillos cónicos. El rodillo se configura, por lo tanto, como rodillo cónico.
- 20 Otras variantes de realización ventajosas y perfeccionadas son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- Debido a la geometría de contacto de rodillo – borde propuesta en forma de una sección superficial de borde esférica en combinación con una sección superficial de borde que se va abriendo directamente adyacente se puede mantener el guiado del rodillo durante la marcha, gracias a la parte de borde esférica. La sección superficial de borde esférica se encarga además de una presión de Hertz reducida. La sección de borde que se va abriendo puede
- 25 reducir un tamaño de la elipse de contacto en comparación con los bordes puramente esféricos, lo que permite evitar el solapamiento de la elipse de contacto y de los cantos del borde. Como consecuencia de las zonas de borde que se van abriendo existe, respecto a los errores de alineación, también una menor sensibilidad de la posición del punto de contacto entre la cara frontal de rodillo y el borde, con lo que se puede conseguir un punto de contacto definido entre el rodillo y el borde.
- 30 La geometría de rodillo – borde propuesta se ha concebido de modo que el punto o la zona de contacto entre la cara frontal de rodillo y el borde se encuentre, en caso de una geometría ideal, dentro de la zona esférica del borde.
- La sensibilidad del punto de contacto respecto a los errores de alineación se puede comparar en la zona esférica del borde con la sensibilidad de un borde puramente esférico. Sin embargo si, a causa de diferencias de forma, el punto de contacto se desplaza a la zona de borde que se va abriendo, la sensibilidad se reduce fuertemente, lo que puede
- 35 impedir un “desplazamiento” del punto de contacto teórico por encima de los cantos del borde y, por consiguiente, las elevadas tensiones de cantos ya antes mencionadas.
- A continuación los ejemplos de realización de la presente invención se explican más detalladamente con referencia a las figuras adjuntas. Se muestra en la
- Figura 1 una sección longitudinal esquemática de un rodamiento de rodillos con bordes esféricos;
- 40 Figura 2 una sección longitudinal esquemática de un rodamiento de rodillos con una superficie de borde con una sección superficial de borde esférica y una sección superficial de borde que se va abriendo según uno de los ejemplos de realización de la presente invención;
- Figura 3 una representación ampliada de la zona de contacto de rodillo – borde según la figura 2;
- 45 Figura 4 una sección longitudinal esquemática de un rodamiento de rodillos con una superficie de borde con una sección superficial de borde esférica y una sección superficial de borde que se va abriendo según otro ejemplo de realización de la presente invención;
- Figura 5 una representación ampliada de la zona de contacto de rodillo – borde según la figura 4 y
- Figura 6 un diagrama de flujo esquemático para un procedimiento de fabricación de un rodamiento de rodillos con un borde con una zona de borde esférica y una zona de borde que se va abriendo.
- 50 La figura 2 muestra en una sección longitudinal esquemática una sección de un rodamiento de rodillos según uno de los ejemplos de realización de la presente invención.
- Se representa una parte de un anillo de apoyo 30 para el rodamiento de rodillos con una vía de rodadura 14 para al menos un rodillo 13. El rodillo 13 presenta una superficie frontal de rodillo curvada 21 que se puede configurar, por ejemplo, parcialmente esférica, con una primera curvatura. Para la desviación de fuerzas axiales el anillo de apoyo
- 55 31 presenta un borde 31 dispuesto por la cara frontal o en la cara frontal del rodillo 13 con una superficie de borde 32 orientada hacia la superficie frontal de rodillo.

Como se representa tanto en la figura 2 como en una vista ampliada de la figura 3, la superficie de borde 32 orientada hacia la superficie frontal de rodillo 21 comprende una sección superficial de borde esférica 33 con una segunda curvatura, eligiéndose la primera y la segunda curvatura de modo que entre la superficie frontal de rodillo esférica 21 y la sección superficial de borde esférica 33 se obtenga una primera medida de hendidura d_1 con un máximo de $d_{1, \text{máx}}$. La superficie de borde 32 presenta además una sección superficial de borde que se va abriendo 34 con una curvatura menor que la segunda curvatura, por lo que entre la superficie frontal de borde 21 y la sección superficial de borde que se va abriendo 34 se consigue una medida de hendidura d_2 mayor que la primera medida de hendidura (máxima) $d_{1, \text{máx}}$. La segunda curvatura de la sección superficial de borde esférica 33 se puede realizar, según los ejemplos de realización, de forma constante o variable.

Por curvatura se debe entender en este caso una variación de dirección por unidad de longitud. La curvatura, por ejemplo de una recta, es siempre igual a cero porque su dirección no cambia. Un círculo con un radio r tiene siempre la misma curvatura (en concreto $1/r$), dado que la dirección siempre cambia del mismo modo. En todas las demás curvas la curvatura cambia de un punto de curva a otro punto de curva. La curvatura de una curva en un punto indica, por lo tanto, la medida en la que la curva difiere en el entorno directo del punto de una recta. En una superficie curvada, como por ejemplo la superficie de borde 32, se nota la curvatura por la desviación que va aumentando de forma cuadrada hacia fuera de la superficie de su plano tangencial. Una mayor curvatura se hace notar en forma de una desviación más fuerte del plano. Para el presente caso esto significa, por ejemplo, que la sección superficial de borde esférica 33 se desvía por longitud de recorrido más fuerte de un plano tangencial de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 de la superficie de borde 32 que las propias zonas de la sección superficial de borde que se van abriendo 34.

La superficie frontal de rodillo esférica 21 la describe un primer radio R_{21} que puede tener su origen fundamentalmente en el eje de rotación 20 del rodillo 13. La sección superficial de borde esférica 33 la describe un segundo radio R_{33} mayor que el primer radio R_{21} (es decir $R_{21} < R_{33}$) y que puede tener su origen fundamentalmente en el eje de rotación 18 del rodamiento de rodillos 10. Los radios R_{21} y R_{33} o las superficies 21 y 33 descritas por ellos se pueden disponer en principio de forma concéntrica, es decir, con origen idéntico en el eje de rotación 20. Sin embargo, para obtener al menos teóricamente un punto de contacto 22 definido entre la superficie frontal de rodillo 21 y la sección superficial de borde esférica 33, los radios R_{21} y R_{33} o las superficies 21 y 33 descritas por ellos también se pueden disponer generalmente (como aquí) de forma no concéntrica, es decir, con origen no idéntico en el eje de rotación 20 o en el eje de rotación de apoyo 18. En cualquier caso, el primer R_{21} y el segundo R_{33} y sus orígenes se eligen de modo que entre la superficie frontal de rodillo esférica 21 y la sección superficial de borde esférica 33 se obtenga una primera medida de hendidura d_1 que puede adoptar un valor máximo $d_{1, \text{máx}}$. La sección superficial de borde que se va abriendo 34 presenta, conforme a la invención, una curvatura menor que la sección superficial de borde esférica 33, por lo que entre la sección superficial de borde que se va abriendo 34 y la superficie frontal de rodillo esférica 21 se produce una segunda medida de hendidura d_2 que, partiendo del valor máximo $d_{1, \text{máx}}$, va aumentando en dirección a un extremo radial de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 o en dirección a un canto de borde 36 opuesto a la vía de rodadura 14 hasta alcanzar un valor máximo $d_{2, \text{máx}}$, es decir $d_{1, \text{máx}} \leq d_2 \leq d_{2, \text{máx}}$.

En el ejemplo de realización dibujado en las figuras 2 y 3, la sección superficial de borde esférica 33 se extiende desde una esquina 35, entre la vía de rodadura 14 y la superficie de borde 32, en dirección al canto del borde 36 opuesto a la vía de rodadura 14. La sección superficial de borde esférica 33 se puede encontrar en un anillo interior de apoyo, por ejemplo en una zona inferior del borde 31 orientada hacia una superficie de rodadura interior 14, adyacente a un canto de borde o de penetración 35, encontrándose la sección de borde que se va abriendo 34 en este caso en la zona superior del borde 31, se va abriendo en este caso, adyacente a la sección superficial de borde esférica, en la zona superior del borde. En un ejemplo de realización de un anillo exterior de apoyo, las posiciones serían del revés, es decir, la sección superficial de borde esférica 33 se encontraría en una zona superior del borde adyacente a un canto de borde o de penetración, mientras que la sección de borde que se va abriendo se encontraría en la zona inferior del borde opuesta a la superficie de rodadura exterior. La sección superficial de borde esférica se ajustaría lógicamente a la superficie de rodadura.

Como se muestra en la figura 3, la sección superficial de borde esférica 33 y la sección superficial de borde que se va abriendo 34 se ajustan en una zona límite 37 directamente la una a la otra. Es decir, en la zona límite 37, por ejemplo una línea de limitación, la sección superficial de borde esférica 33 y la sección superficial de borde que se va abriendo 34 se convierten directamente la una en la otra. Con preferencia, la superficie de borde 32 se desarrolla en la zona límite 37 de forma continua, es decir sin esquinas, dobleces ni cantos, por lo que es posible aplicar un plano tangencial a la superficie de borde 32 a través de un punto de limitación en la zona límite 37.

De acuerdo con unos ejemplos de realización la sección superficial de borde que se va abriendo 34 permite, frente a la sección superficial de borde esférica 33, una apertura del borde 31 o de la superficie de borde 32 en un ángulo α mayor que 0° a 30° , preferiblemente en un ángulo de $0^\circ 0' 6'' \leq \alpha \leq 30^\circ$. El ángulo de apertura α de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 se puede conseguir frente a la sección superficial de borde esférica 33, por ejemplo, determinando el ángulo máximo entre el plano tangencial 38 de la sección superficial de borde esférica alargado hipotéticamente hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo y un plano tangencial 39 de la sección superficial de borde que se va abriendo 34. A estos efectos se puede determinar el máximo ángulo entre un grupo de planos tangenciales 38 de la sección superficial de borde esférica alargado hipotéticamente hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo y un grupo de planos

tangenciales 39 de la sección superficial de borde que se va abriendo 34. La sección superficial de borde esférica alargada hipotéticamente hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo se indica en la figura 3 con la referencia 40. El ángulo (máximo) α resulta por lo tanto del ladeo del plano tangencial 39 de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 en dirección del plano tangencial 38 de la sección superficial de borde esférica imaginada y alargada hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo de un borde esférico completo con el radio R_{33} . En este caso se habla respectivamente de los planos tangenciales del extremo de borde situado radialmente por fuera de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 y el correspondiente extremo de borde de la sección superficial de borde esférica imaginada y alargada hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo.

Según los ejemplos de realización de la presente invención la sección superficial de borde esférica 33 se extiende a través de una sección superficial de borde correspondiente a al menos una tercera parte de la altura de borde h del borde 31. Es decir, la altura h_{33} de la sección superficial de borde esférica 33 corresponde al menos a una tercera parte de la altura de borde total h , o sea, $h_{33} \geq 1/3 h$. Por consiguiente, una altura h_{34} de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 directamente adyacente corresponde como máximo a dos terceras partes de la altura de borde total h , o sea, $h_{34} \leq 2/3 h$. Con preferencia una altura h_{33} de la sección superficial de borde esférica 33 es del orden de $1/3 h \leq h_{33} \leq 2/3 h$, siendo por lo tanto la altura h_{34} de la sección superficial de borde que se va abriendo 34 del orden de $1/4 h \leq h_{34} \leq 2/3 h$.

En lo que respecta a la configuración de la zona de borde que se va abriendo 34 existen diferentes posibilidades. A pesar de que las figuras 2 y 3 muestran un ejemplo de realización en el que la sección superficial de borde que se va abriendo 34 está formada por otra sección superficial de borde esférica pero menos curvada 34, radialmente adyacente a la sección superficial de borde esférica 33, definida por lo tanto por un radio R_{34} mayor que el segundo radio R_{33} , otros ejemplos de realización de la presente invención también pueden prever que la sección superficial de borde que se va abriendo 34 consista en una sección superficial de borde recta o plana que se ajusta tangencialmente a la sección superficial de borde esférica 33. Esta sección superficial de borde plana presenta en este caso un radio casi infinito R_{34} que, por consiguiente, es mayor que el radio R_{33} que define la sección superficial de borde esférica 33. Por otra parte, el radio R_{34} de la zona que se va abriendo 34, también se puede agrandar desde dentro a fuera, partiendo de R_{33} , dentro de la sección superficial de borde que se va abriendo 34.

Después de describir a la vista de las figuras 2 y 3 algunos ejemplos de realización en los que la sección esférica 33 se dispone en la parte inferior del borde 31 (adyacente al canto de borde/canto de penetración 35) y la sección de borde que se va abriendo 33 en la parte superior del borde 31, se describen a continuación, a la vista de las figuras 4 y 5, otros ejemplos de realización en los que la sección esférica 33 no se ajusta al canto de borde 35, por lo que una zona de borde que se va abriendo 34 se encuentra respectivamente por encima y por debajo de la sección esférica 33.

De acuerdo con el ejemplo de realización dibujado en las figuras 4 y 5 una primera sección superficial de borde que se va abriendo 34a se extiende desde una esquina 35 entre la vía de rodadura 14 y la superficie de borde 32. Inmediatamente después sigue a la primera sección superficial de borde que se va abriendo 34a, en dirección radial, la sección superficial de borde esférica 33. Por un extremo opuesto a la primera sección superficial de borde que se va abriendo 34a de la sección superficial de borde esférica 33 sigue en dirección radial directamente una segunda sección superficial de borde que se va abriendo 34b a la sección superficial de borde esférica 33, extendiéndose hasta el extremo radial o el canto 36 del borde 31.

Conforme a las figuras 4 y 5 la sección superficial de borde esférica 33 se inserta entre dos secciones superficiales de borde que se van abriendo 34a, b adyacentes a dos extremos distintos de la sección superficial de borde esférica 33. También aquí la altura h_{33} de la sección superficial de borde esférica 33 corresponde al menos a una tercera parte de la altura de borde total h , es decir, $h_{33} \geq 1/3 h$. En los ejemplos de realización la altura h_{33} de la sección superficial de borde esférica 33 es preferiblemente del orden de $1/3 h \leq h_{33} \leq 1/2 h$. Por consiguiente, la suma de las alturas h_{34a} , h_{34b} de las secciones superficiales de borde que se van abriendo 34a, b directamente adyacentes corresponde, como máximo, a dos terceras partes de la altura de borde total h , es decir $(h_{34a} + h_{34b}) \leq 2/3 h$. Con preferencia las alturas h_{34a} , h_{34b} de las secciones superficiales de borde que se van abriendo 34a, 34b no son inferiores a $1/6 h$. Las secciones de borde 34a, 34b también pueden presentar alturas h_{34a} y h_{34b} diferentes (por ejemplo $h_{33} = 1/3 h$; $h_{34a} = 1/6 h$; $h_{34b} = 3/6 h$).

En todos los ejemplos de realización la geometría de contacto de rodillo – borde se ha elegido de manera que el punto de contacto 22 se encuentre en la zona de la sección superficial de borde esférica 33. Las zonas que se van abriendo 34, que también se pueden configurar esféricas, pero con una curvatura menor que la de la zona esférica 33, o incluso rectas o planas, permiten respectivamente una apertura α del borde 31 que guía el rodillo 13 de aprox. $0^\circ 0' 6''$ a 30° , en comparación con una geometría de borde con un borde completamente esférico.

A la vista de la figura 6 se explica, para completar, un procedimiento de fabricación 60 para la fabricación de un anillo de apoyo para un rodamiento de rodillos con una vía de rodadura para al menos un rodillo 13. El rodillo 13 presenta una superficie frontal de rodillo 21 configurada de forma esférica o parcialmente esférica con una primera curvatura.

El procedimiento de fabricación 60 presenta un primer paso 61 para la puesta a disposición de un borde 31 dispuesto por la cara frontal respecto al rodillo para la desviación de las fuerzas axiales, con una superficie de borde 32 orientada hacia la superficie frontal de rodillo 21.

5 El paso 61 se puede dividir a su vez en un primer subpaso 611 para la puesta a disposición/creación de una sección superficial esférica 33 de la superficie de borde 32 con una segunda curvatura, eligiéndose la segunda curvatura frente a la primera curvatura de modo que entre la superficie frontal de rodillo 21 esférica y la sección superficial de borde esférica 33 se obtenga una primera medida de hendidura d_1 .

10 De acuerdo con un segundo subpaso 612 se proporciona o genera además una sección superficial que se va abriendo 34 de la superficie de borde 32 con una curvatura menor que la segunda para una medida de hendidura d_2 mayor que la primera medida de hendidura d_1 entre la superficie frontal de rodillo 21 y la sección superficial de borde que se va abriendo 34. Esto ya se ha explicado detalladamente en lo que antecede.

15 En resumen conviene, por lo tanto, procurar la forma de borde propuesta para poder reducir la sensibilidad del punto de contacto de borde – rodillo 22 frente a errores de alineación e inclinaciones del apoyo durante su funcionamiento y para garantizar al mismo tiempo un guiado suficiente del rodillo 13 durante su desplazamiento por la vía de rodadura. La geometría de borde según la invención presenta una sección esférica 33 que puede garantizar el guiado del rodillo así como una presión de Hertz reducida. La geometría de borde propuesta presenta además una sección que se va abriendo 34 que produce una mayor medida de hendidura entre la superficie frontal de rodillo 21 y la superficie de borde 32 que la que se consigue con un borde puramente esférico.

20 La sección esférica 33 se puede emplear, por ejemplo, en la parte inferior del borde 31 (adyacente al canto de borde/canto de penetración), encontrándose la sección de borde que se va abriendo 34 en este caso en la parte superior del borde (véanse las figuras 2 + 3). También es posible que la sección esférica 33 no se ajuste al canto de borde, con lo que las zonas de borde que se van abriendo 34a, b se encuentran por encima y por debajo de la sección esférica (véanse las figuras 4 + 5).

25 La geometría de contacto de rodillo – borde según la invención de un borde esférico en combinación con una sección que se va abriendo presenta las siguientes características ventajosas:

- debido a la parte esférica del borde 33 se mantiene el guiado del rodillo durante la marcha;
- presión de Hertz reducida a causa de la parte esférica del borde 33;
- las secciones de borde que se van abriendo 34 reducen el tamaño de la elipse de contacto en comparación con bordes puramente esféricos, con lo que se evita un solapamiento de la elipse de contacto y los cantos de borde;
- gracias a las zonas de borde que se van abriendo 34 existe una menor sensibilidad de la posición del punto de contacto 22 entre la cara frontal de rodillo 21 y el borde 31 en relación con los errores de alineación;
- se puede conseguir un punto de contacto definido 22 entre el rodillo 13 y el borde 31.

35 La geometría de rodillo – borde propuesta se concibe de manera que, en caso de una geometría ideal, el punto de contacto se encuentre entre la cara frontal de rodillo y el borde en la zona de borde esférica. La sensibilidad del punto de contacto frente a errores de alineación es en la zona de borde esférica idéntica a la sensibilidad de un borde puramente esférico. Si el punto de contacto se desplaza a causa de errores de alineación hacia la zona de borde que se va abriendo, esta sensibilidad se reduce fuertemente, lo que puede impedir un “desplazamiento” del punto de contacto teórico por encima de los cantos de borde y, por lo tanto también, tensiones de cantos elevadas.

40 Para la configuración de la zona de borde que se va abriendo existen diferentes posibilidades. Por una parte sería posible una zona de borde recta tangencialmente adyacente al arco de la zona de borde esférica. La zona de borde que se va abriendo también podría estar definida por un radio mayor que el radio de la zona esférica.

45 A pesar de describir la presente invención a la vista de una variante de realización con rodamientos de rodillos cónicos y rodillos cónicos, los ejemplos de realización no se limitan a estas configuraciones. En principio la presente invención también se puede aplicar para otros rodillos y rodamientos, por ejemplo rodamientos de rodillos cilíndricos y esféricos.

Lista de referencias

- 10 Rodamiento de rodillos
- 50 11 Anillo interior de apoyo
- 12 Anillo exterior de apoyo
- 13 Rodillo
- 14 Vía de rodadura interior

	15	Vía de rodadura exterior
	16	Recta interior
	17	Recta exterior
	18	Eje de rotación del apoyo
5	19	Punto de giro
	20	Eje de rodillo
	21	Cara frontal de rodillo
	22	Punto de contacto
	23	Borde esférico
10	24	Radio de superficie de borde
	30	Parte de un anillo de apoyo
	31	Borde en parte esférico, en parte abierto
	32	Superficie de borde
	33	Sección superficial de borde esférica
15	34	Sección superficial de borde que se va abriendo
	35	Esquina entre vía de rodadura y superficie de borde
	36	Canto de borde opuesto a la vía de rodadura
	37	Límite entre la sección superficial de borde esférica y la que se va abriendo
20	38	Plano tangencial de la sección superficial de borde esférica que se va alargando hipotéticamente hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo
	39	Plano tangencial de sección superficial de borde que se va abriendo
	40	Geometría superficial de borde en un borde puramente esférico
	60	Procedimiento de fabricación
25	61	Paso para la puesta a disposición de un borde dispuesto por la cara frontal respecto al rodillo para la desviación de las fuerzas axiales, con la superficie de borde orientada hacia la superficie frontal de borde
	611	Subpaso para la puesta a disposición de una sección superficial esférica
	612	Subpaso para la puesta a disposición de una sección superficial que se va abriendo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rodamiento de rodillos con un anillo de apoyo (30) con una vía de rodadura (14; 15) para al menos un rodillo (13) del rodamiento de rodillos que presenta al menos una superficie frontal de rodillo esférica (21) con una primera curvatura, comprendiendo el anillo de apoyo:
- 10 un borde (31) dispuesto por la cara frontal respecto al rodillo (13) para la desviación de las fuerzas axiales, con una superficie de borde (32) orientada hacia la superficie frontal de rodillo que presenta una sección superficial de borde esférica (33) con una segunda curvatura, eligiéndose la primera y la segunda curvatura de modo que entre la superficie frontal de borde esférica (21) y la sección superficial de borde esférica (33) se obtenga una primera medida de hendidura (d_1), caracterizado por que la superficie de borde (32) presenta además una sección superficial de borde que se va abriendo (34) con una curvatura menor que la segunda para una medida de hendidura (d_2) mayor que la primera medida de hendidura (d_1) entre la superficie frontal de rodillo (21) y la sección superficial de borde que se va abriendo (34).
- 15 2. Rodamiento de rodillos según la reivindicación 1, siendo un ángulo (α) entre un primera plano tangencial (38) de una sección superficial de borde esférica (40) alargada hipotéticamente hasta el interior de la sección superficial de borde que se va abriendo (34) y un segundo plano tangencial (39) de la sección superficial de borde que se va abriendo (34) mayor que 0° a 30° .
- 20 3. Rodamiento de rodillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección superficial de borde esférica (33) se extiende por una sección superficial de borde correspondiente a al menos una tercera parte de una altura de borde (h) del borde (31).
4. Rodamiento de rodillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección superficial de borde esférica (33) se extiende desde una esquina (35) entre la vía de rodadura (14) y la superficie de borde (32).
- 25 5. Rodamiento de rodillos según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una primera sección superficial de borde que se va abriendo (34a) se extiende desde una esquina (35) entre la vía de rodadura (14) y la superficie de borde (32), siguiendo en dirección radial, a la primera sección superficial de borde que se va abriendo (34a), la sección superficial de borde esférica (33), extendiéndose en una zona de la sección superficial de borde esférica (33) opuesta a la primera sección superficial de borde que se va abriendo (34a), en dirección radial, una segunda sección superficial de borde que se va abriendo (34b) desde la sección superficial de borde esférica (33) hasta un extremo radial (36) del borde (31).
- 30 6. Rodamiento de rodillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección superficial de borde que se va abriendo (34) consiste en una sección superficial de borde plana adyacente a la sección superficial de borde esférica (33).
- 35 7. Rodamiento de rodillos según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la sección superficial de borde que se va abriendo (34) está formada por otra sección superficial de borde esférica adyacente a la sección superficial de borde esférica (33), que presenta una curvatura menor que la segunda curvatura de la sección superficial de borde esférica (33).
- 40 8. Rodamiento de rodillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el rodamiento de rodillos es un rodamiento de rodillos cónicos y el rodillo (13) tiene la forma de rodillos cónico.
9. Rodamiento de rodillos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, consistiendo el anillo de apoyo (30) en una anillo interior de apoyo.
- 45 10. Procedimiento (60) para la fabricación de un anillo de apoyo (30) para un rodamiento de rodillos con una vía de rodadura (14; 15) para al menos un rodillo (13), presentando el rodillo una superficie frontal de rodillo esférica (21) con una primera curvatura, con un paso (61) para la puesta a disposición de un borde (31) dispuesto por la cara frontal respecto al rodillo (13) para la desviación de las fuerzas axiales, con una superficie de borde (32) orientada hacia la superficie frontal de rodillo (21), presentando el paso (61) para la puesta a disposición del borde (31) los siguientes pasos:
- 50 puesta a disposición (611) de una sección superficial esférica (33) de la superficie de borde con una segunda curvatura, eligiéndose la segunda curvatura frente a la primera curvatura de modo que entre la superficie frontal de rodillo (21) esférica y la sección superficial de borde esférica (33) se obtenga una primera medida de hendidura (d_1), caracterizado por la creación (612) de una sección superficial que se va abriendo (34) de la superficie de borde con una curvatura menor que la segunda para una medida de hendidura (d_2) mayor que la primera medida de hendidura (d_1) entre la superficie frontal de rodillo (21) y la sección superficial de borde que se va abriendo (34).

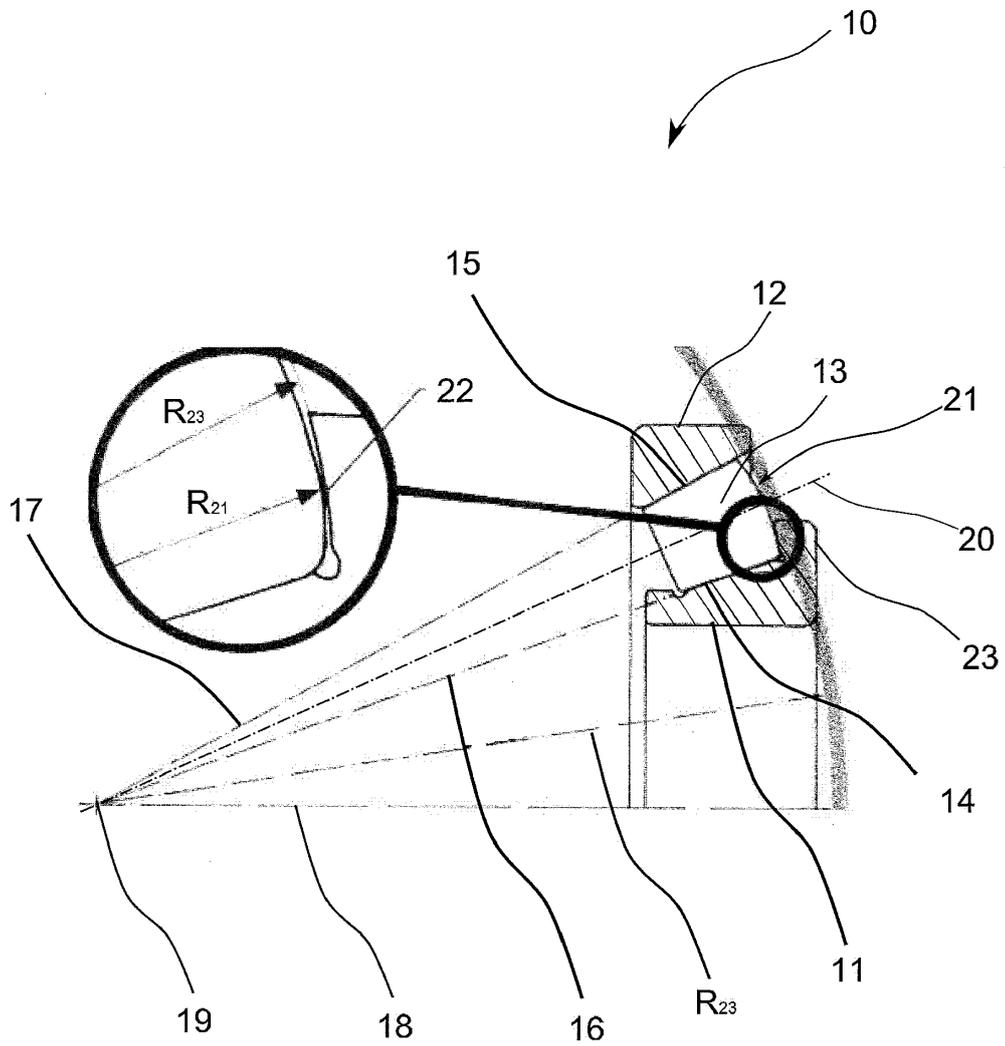


Fig. 1

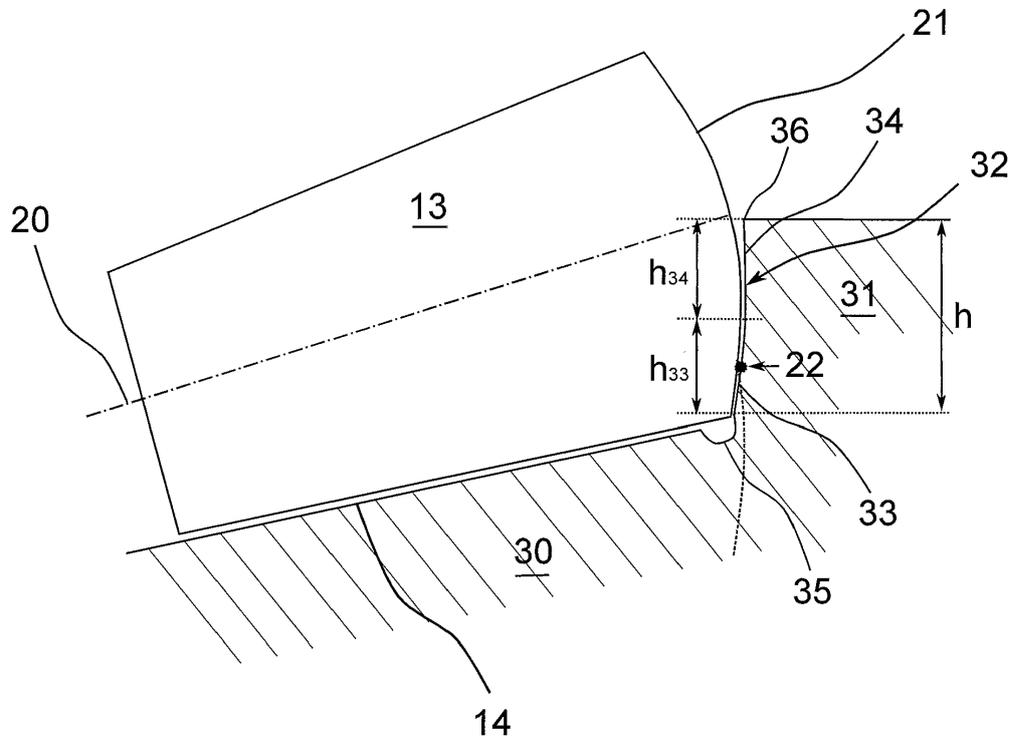


Fig. 2

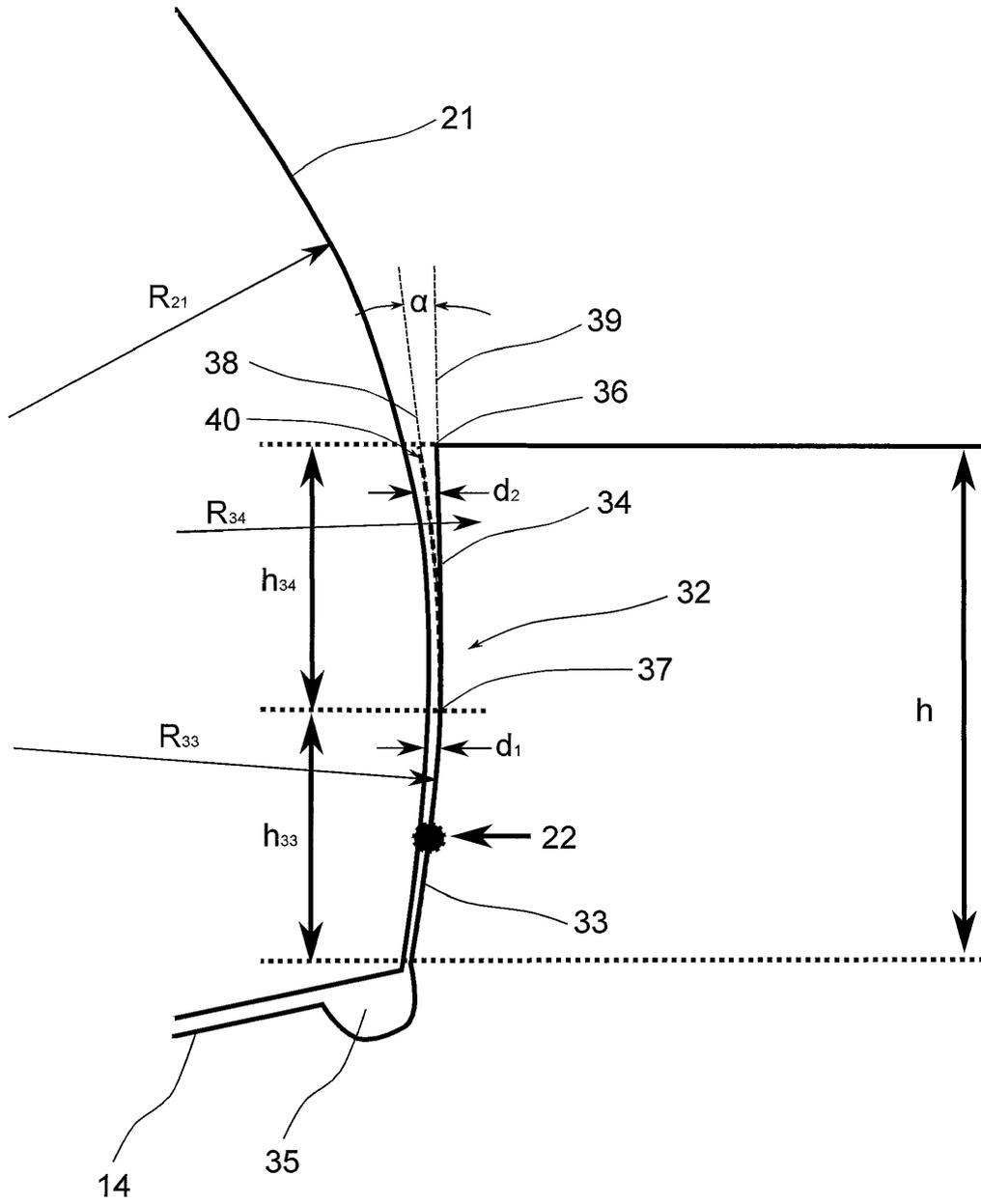


Fig. 3

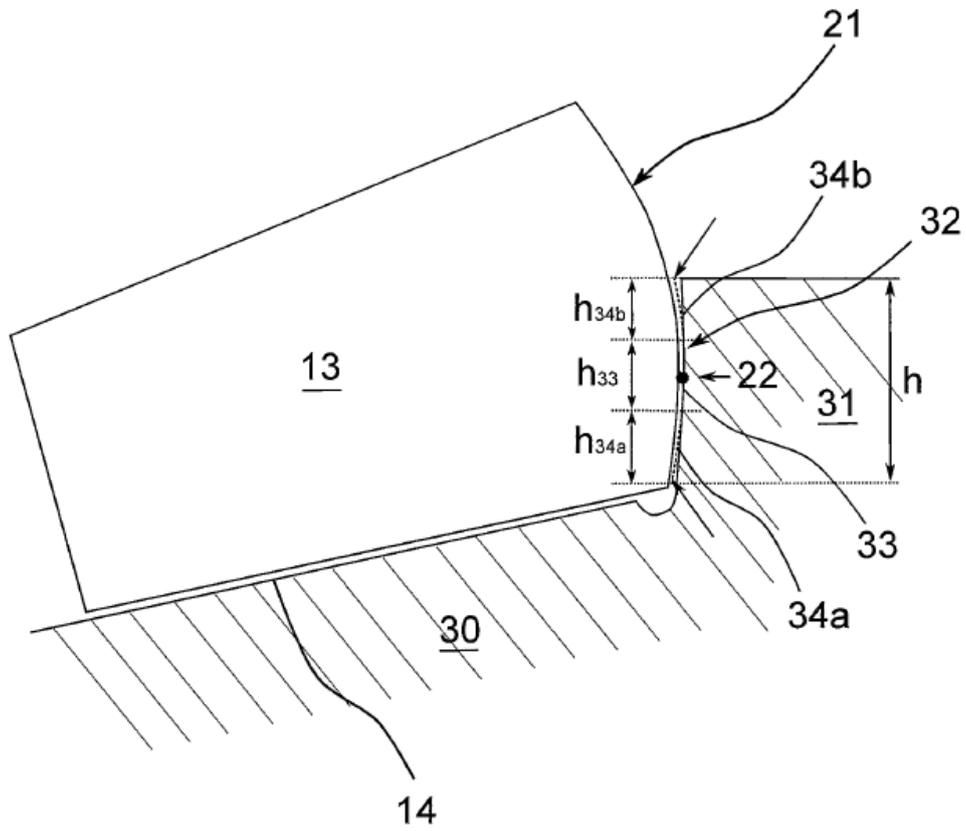


Fig. 4

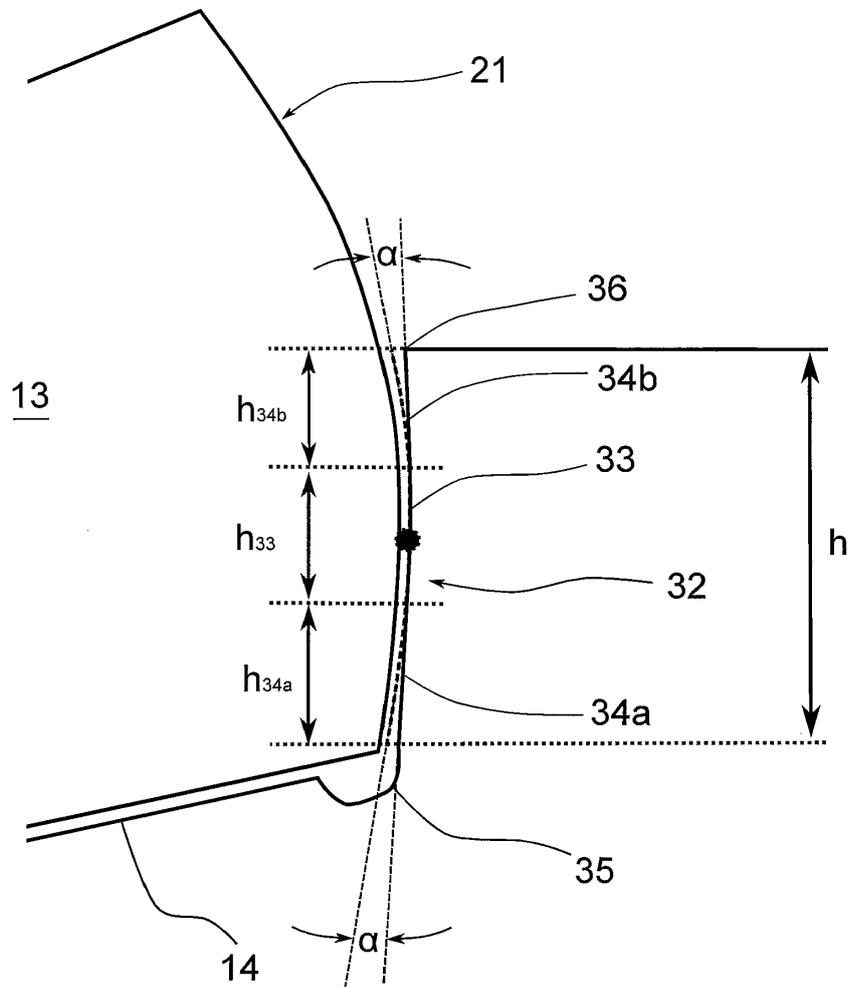


Fig. 5

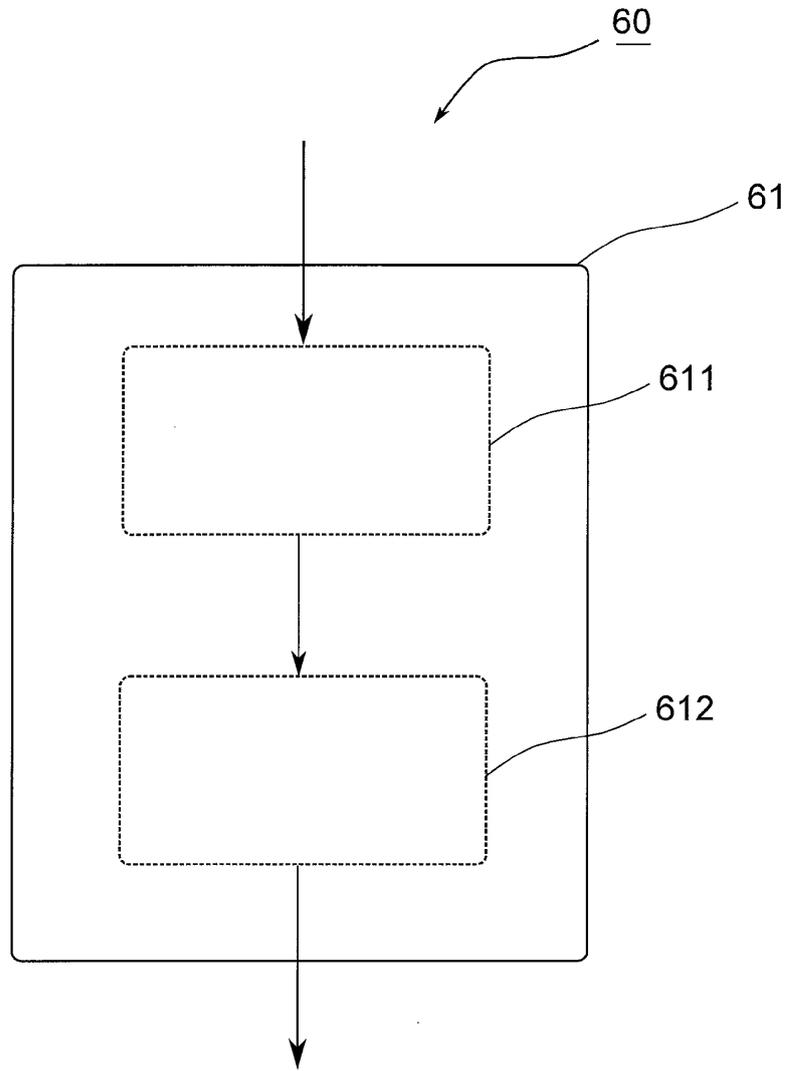


Fig. 6