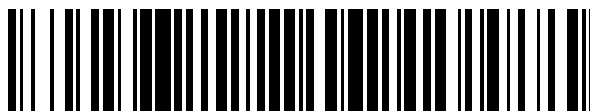


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 433**

51 Int. Cl.:

**C21D 1/10** (2006.01)

**C21D 1/42** (2006.01)

**C21D 9/40** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2009 PCT/EP2009/004611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2010 WO10006689**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2009 E 09776843 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019 EP 2310543**

54 Título: **Procedimiento para el endurecimiento de al menos una vía de rodadura de un anillo de rodamiento para un rodamiento grande**

30 Prioridad:

**18.07.2008 DE 102008033735**

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

**08.04.2020**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP ROTHE ERDE GERMANY  
GMBH (50.0%)  
Tremoniastraße 5-11  
44137 Dortmund, DE y  
EFD INDUCTION GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SPINTIG, WILFRIED;  
STAKEMEIER, BERND y  
ROLLMANN, JÖRG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 753 433 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

Procedimiento para el endurecimiento de al menos una vía de rodadura de un anillo de rodamiento para un rodamiento grande

5 La invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para el endurecimiento de al menos una vía de rodadura de un anillo de rodamiento para un rodamiento grande.

10 El endurecimiento de las vías de rodadura de anillos de rodamiento para rodamientos grandes se realiza en la actualidad mayormente al calentarse primero las capas marginales de las vías de rodadura con ayuda de dispositivos calefactores, que presentan conductores calefactores en forma de bobinas de inducción y que se identifican, por tanto, en general como inductores, y al enfriarse a continuación dichas capas con ayuda de un líquido de refrigeración que sale de los llamados rociadores. En este sentido son conocidas, por ejemplo, instalaciones, en las que toda la periferia de las vías de rodadura se calienta y se enfría en un proceso de una etapa única respectivamente. Sin embargo, tal procedimiento implica un esfuerzo técnico alto debido a los diámetros grandes, por ejemplo, de hasta 15 m y más, de los anillos de rodamiento para rodamientos grandes y puede producir un calentamiento no uniforme a causa de las dilataciones térmicas usuales. Por tanto, son conocidas también numerosas instalaciones de endurecimiento que presentan al menos un inductor desplazable a lo largo de la vía de rodadura para el endurecimiento de las superficies de rodadura de los anillos de rodamiento, preferentemente dos inductores que se pueden desplazar en sentido opuesto a lo largo de la vía de rodadura. De este modo es posible calentar y enfriar las vías de rodadura o sus capas marginales en pequeñas zonas consecutivas en dirección circunferencial de una manera gradual o progresiva y continua. Una desventaja del método mencionado en último lugar radica, sin embargo, en que el movimiento en sentido opuesto de los dos inductores ha de comenzar en una zona inicial común y terminar en una zona final común. Dado que los inductores o sus conductores calefactores no se pueden unir a tope debido al aislamiento requerido y por razones geométricas, en las zonas iniciales y finales se forman respectivamente pequeños espacios intermedios, identificados también como espacios de deslizamiento, en los que tiene lugar un calentamiento suficiente y que dan como resultado zonas de dureza reducida en las vías de rodadura. Sería posible conseguir también un calentamiento suficiente en los espacios intermedios mencionados al moverse en vaivén brevemente, por ejemplo, los inductores y/o los anillos de rodamiento. Sin embargo, este tipo de medidas es posible solo en el área de la zona inicial, porque la capa marginal de la vía de rodadura no está dura aún al iniciarse el proceso. En cambio, en el área de la zona final existe el peligro de que también las zonas ya enfriadas y, por tanto, endurecidas de la capa marginal se vuelvan a calentar, es decir, se recuezan, debido al movimiento en vaivén mencionado, lo que provocaría puntos blandos en la vía de rodadura que deben evitarse.

35 Con el fin de evitar las desventajas descritas se han propuesto diferentes procedimientos que no resultan, sin embargo, plenamente satisfactorios.

40 Es conocido, por ejemplo, un procedimiento (documento GB-PS735378) que utiliza dos inductores móviles en sentido opuesto, cuyos conductores calefactores están provistos de secciones asignadas entre sí que se solapan tan pronto los inductores quedan dispuestos en la zona inicial o final. Aunque esto puede reducir quizás los espacios intermedios entre los inductores, no los puede evitar completamente, porque es necesario impedir también aquí un contacto mutuo o una gran aproximación de los conductores calefactores.

45 Otro procedimiento conocido de este tipo (documento DE102006003014B3) se caracteriza por que los dos inductores, después de llegar a sus posiciones extremas en la zona final, se siguen moviendo conjuntamente en una de las dos direcciones posibles para calentar la zona final. El calentamiento se sigue realizando aquí solo con ayuda del inductor guiado en la zona final, mientras que el otro inductor, movido por una zona ya endurecida, se desconecta durante esta fase. Esto debe evitar en gran medida un recocido en la sección ya endurecida. No obstante, se reconoce que no se pueden excluir fenómenos de recocido, aunque pequeños, en la transición de la zona final a la zona contigua endurecida.

50 Por último, es conocido un procedimiento del tipo genérico indicado al inicio (documento DE102005006701B3) que se caracteriza por la utilización de un inductor auxiliar adicional que, antes de juntarse dos inductores (principales) movidos en sentido opuesto, se desplaza en dirección de la zona inicial y/o final y se utiliza para el calentamiento de las mismas. Este inductor auxiliar retrocede antes de entrar los inductores principales en la zona final. Dado que de este modo se puede garantizar también un calentamiento uniforme de la vía de rodadura en la zona final común solo en una parte de las geometrías o secciones transversales usuales de la vía de rodadura, se propone como medida adicional para el calentamiento uniforme proveer a los bordes de la vía de rodadura de ranuras y/o taladros en las áreas de las zonas de calentamiento comunes. Sin embargo, esto no se desea siempre debido al mecanizado adicional requerido de las vías de rodadura y también por razones constructivas.

65 Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo técnico de la invención es mejorar el procedimiento del tipo genérico mencionado al inicio al poderse proveer la vía de rodadura de una dureza alta permanente de manera continua, es decir, incluso en las zonas iniciales y/o finales a calentar conjuntamente, evitándose así las desventajas mencionadas.

Este objetivo se consigue según la invención mediante las características de la reivindicación 1.

El procedimiento, según la invención, se basa en el conocimiento de que los segmentos blandos, no endurecidos, en la vía de rodadura del anillo de rodamiento se pueden evitar al controlarse y modificarse o variarse así específicamente las propiedades (o los estados) del inductor auxiliar que se seleccionaron al menos durante el precalentamiento de la zona final. Propiedades preferidas en este contexto son, por ejemplo, la frecuencia y la posición de fase de las corrientes, que circulan a través de los conductores calefactores, o la localización de un inductor auxiliar, como se explica más abajo.

Otras características ventajosas de la invención se derivan de las reivindicaciones secundarias.

La invención se explica detalladamente a continuación por medio de ejemplos de realización. Muestran:

Fig. 1 y 2 representaciones en perspectiva de dispositivos conocidos para el endurecimiento de anillos de rodamiento con ayuda de dos inductores principales y un inductor auxiliar adicional;

Fig. 3 una representación en perspectiva a escala ampliada de una parte de una vía de rodadura cónico de un anillo de rodamiento y esquemáticamente, el control del movimiento del inductor auxiliar según la figura 2;

Fig. 4 esquemáticamente, la selección de frecuencias de las corrientes calefactoras que circulan a través de los inductores;

Fig. 5 un corte perpendicular esquemático a través de la vía de rodadura y de los inductores principales y auxiliares según la figura 3 en el área de una zona de calentamiento común; y

Fig. 6 esquemáticamente, el control de la posición de fase de las corrientes calefactoras, que circulan a través de los inductores según la figura 5, en una representación similar a la figura 5.

La figura 1 muestra un cojinete de rodamiento 1 con al menos una vía de rodadura 2 a endurecer, en este caso axial, y dos inductores con un diseño usual que están dispuestos en distintas posiciones a lo largo de la vía de rodadura 2 y se identifican a continuación como inductores principales 3 y 4. Cada inductor principal 3, 4 presenta un bucle calefactor 5 formado esencialmente por dos conductores calefactores 7 dispuestos radialmente respecto a un eje central 6 del anillo de rodamiento 1 y conectados eléctricamente entre sí. Cuando se inicia un proceso de endurecimiento, los bucles calefactores 5 de los dos inductores principales 3 y 4 están dispuestos en paralelo a la vía de rodadura 2 y a distancia del mismo y también en el área de una zona de calentamiento o inicial común 8, representada de manera sombreada. Los bucles calefactores 5 están situados aquí a la menor distancia posible entre sí, visto en dirección circunferencial del anillo de rodamiento 1. En esta posición, el calentamiento de una capa marginal de la vía de rodadura 2 comienza mediante la conexión de los inductores principales 3, 4. Para garantizar que toda la zona inicial 8 se caliente hasta una profundidad preseleccionada de la capa marginal de la vía de rodadura 2 a la temperatura de endurecimiento deseada, el anillo de rodamiento 1 y/o los inductores principales 3, 4 pueden realizar un movimiento pendular en dirección circunferencial.

Después de calentarse la zona inicial 8, los inductores principales 3 y 4 se mueven en direcciones opuestas a lo largo de la vía de rodadura 2, como se indica en la figura 1 mediante flechas, para calentarla por secciones y sucesivamente. Por tanto, la vía de rodadura 2 se calienta primero en zonas intermedias 9, hasta llegar los inductores principales 3 y 4 a otra zona de calentamiento común que se identifica a continuación como zona final 10, en la que tales inductores se vuelven a juntar y se disponen, al igual que en la zona inicial 8, a la menor distancia posible para calentar conjuntamente la zona final 10. Para enfriar las zonas calentadas 8, 9 y 10 de la vía de rodadura 2 se utilizan los llamados rociadores que pulverizan las zonas calentadas con un líquido de refrigeración, pero que no están representados en la figura 1 con el fin de evitar confusiones. Estos rociadores están conectados preferentemente a los inductores principales 3 y 4 para formar en cada caso una unidad constructiva común, móvil en dirección circunferencial, y están montados ventajosamente de manera pivotante, por lo que en caso necesario se pueden posicionar respectivamente de tal modo que el líquido de refrigeración se orienta en la dirección y la secuencia deseadas hacia todas las zonas calentadas. Además, los inductores principales 3 y 4 se pueden volver a retirar de la vía de rodadura 2 en perpendicular al mismo, después de calentar suficientemente la zona final 10, y pasar a una posición de fuera de servicio que está indicada en la figura 1 mediante los signos de referencia 3a, 4a. Esto permite pivotar los rociadores de tal modo que la vía de rodadura 2 se puede enfriar a continuación también en el área de la zona final 10.

Según la figura 2, un inductor auxiliar 11 está dispuesto adicionalmente en el punto, en el que se encuentra la zona final 10. Éste puede avanzar en dirección de una flecha doble 12 en dirección de la vía de rodadura o alejarse del mismo y tiene al menos un bucle calefactor 14 que está configurado preferentemente de manera análoga a los bucles calefactores 5 de los inductores principales 3, 4 y se puede extender esencialmente por toda la longitud de la zona final 10 medida en dirección circunferencial. El inductor auxiliar 11 avanza en dirección de la vía de rodadura 2, cuando los inductores principales 3, 4 se encuentran aún en las zonas intermedias 9, y se activa para precalentarlo así en el área de la zona final 10. Cuando los inductores principales 3, 4 se aproximan posteriormente cada vez más a la zona final 10, el inductor auxiliar 11 se vuelve a alejar, de modo que el calentamiento restante de la zona final 10

puede ser asumido por los inductores principales 3, 4.

El procedimiento descrito es conocido en general por el técnico y no es necesario explicarlo entonces en detalle. A fin de evitar repeticiones, los documentos mencionados al inicio, que describen también medios para el movimiento de los inductores, se incorporan aquí por referencia al objeto de la presente publicación.

Para conseguir también un calentamiento absolutamente uniforme dentro de las zonas de calentamiento comunes 8 y 10, en particular dentro de la zona final 10 hasta conseguirse una profundidad de endurecimiento preseleccionada, se propone según la invención al menos durante aquellas fases, en las que se precalienta la zona final 10, tomar medidas adicionales que sirvan para homogeneizar el aporte de calor y controlar o ajustar o modificar las propiedades o los estados del inductor auxiliar 11 que se han seleccionado con este objetivo.

La figura 3 muestra un primer ejemplo de realización para una medida auxiliar de este tipo. Aquí se ha representado esquemáticamente una pieza parcial del anillo de rodamiento 1 con una vía de rodadura 2a que discurre de forma cónica y al que están asignados los dos inductores principales 3, 4 y el inductor auxiliar 11 de tal modo que los bucles calefactores 5, 14 quedan situados esencialmente en paralelo a la vía de rodadura 2a. Las flechas rectas indican las direcciones de movimiento de los inductores principales 3, 4 durante su movimiento en sentido opuesto. Las flechas 15 indican también que el inductor auxiliar 11, situado en la posición de trabajo, está provisto de al menos un grado de libertad adicional que posibilita aquí un movimiento del inductor auxiliar 11 alrededor de un eje de giro 16 que rota en paralelo a su eje central y está dispuesto preferentemente en perpendicular a la vía de rodadura 2a. Por tanto, si el inductor auxiliar 11 realiza un movimiento circular, oval, rectangular o cuadrado alrededor del eje de giro 16 y se activa al mismo tiempo al situarse muy justo por encima de la vía de rodadura 2a en su posición de trabajo, se configura entonces, en vez de una zona de precalentamiento que tiene solo un contorno exterior definido por la posición de los conductores calefactores del bucle calefactor 14, una zona de precalentamiento 17 que tiene un contorno más circular o rectangular y que se extiende en cualquier caso por una sección superficial más grande que lo que sería posible sin el movimiento del inductor auxiliar 11. Además, se consigue un calentamiento esencialmente más uniforme en la zona de precalentamiento 17 que al utilizarse un inductor auxiliar 11 dispuesto rígidamente, porque el bucle calefactor 14 o sus conductores calefactores 7 cambian constantemente su posición respecto a la vía de rodadura 2a durante el movimiento circular.

El movimiento giratorio descrito alrededor de un eje de giro fijo 16 se puede modificar al someterse adicionalmente el eje de giro 16 a un movimiento pendular durante la fase de precalentamiento.

Otra posibilidad para cambiar la posición del inductor auxiliar 11 durante la fase de precalentamiento consiste en someterlo a un movimiento de traslación en vaivén, preferentemente en dos direcciones situadas en perpendicular entre sí. Mediante tal movimiento se puede homogeneizar también esencialmente la zona de precalentamiento 17 en comparación con la utilización de un inductor auxiliar 11 dispuesto rígidamente.

El inductor auxiliar 11 está fijado en una mesa de cruz 13 móvil en dirección x, y, z.

Los tipos de movimientos favorables para el inductor auxiliar 11 y el número de grados de libertad para su movimiento se pueden determinar individualmente por medio de ensayos. En cualquier caso, los movimientos del inductor auxiliar 11 y los movimientos en sentido opuesto de los inductores principales 3, 4 se deberán coordinar entre sí de modo que la zona de precalentamiento 17 se lleve también a la temperatura de endurecimiento deseada después de retirarse el inductor auxiliar 11 y juntarse los inductores principales 3, 4 en el área de los espacios intermedios, existentes por lo demás, que provocan los puntos blandos.

Otra medida posible para homogeneizar el calentamiento de la vía de rodadura 2 en el área de la zona inicial y/o final comunes 8, 10 (figura 1) consiste en operar los inductores principales y auxiliares 3, 4 y 11 con frecuencias diferentes. En este caso es conveniente alimentar a los inductores principales 3 y 4 con corrientes calefactoras de frecuencia diferente sobre todo cuando se aproximan a la zona de calentamiento común 8, 10 o se sitúan en la misma a su menor distancia posible. Esto permite evitar las irregularidades en las zonas de calentamiento 8, 10 que se originan debido a la configuración y al modo operativo, por lo demás, idénticos y simétricos.

El ajuste de frecuencias diferentes puede estar previsto independientemente de si están presentes solo los dos inductores principales 3 y 4 (figura 1) o adicionalmente también el inductor auxiliar 11 (figura 2). En la utilización según la invención del inductor auxiliar 11 se puede influir mediante la selección de la frecuencia en el tipo de precalentamiento y, por tanto, en el contorno de la zona de precalentamiento 17. En la figura 4 está representado a modo de ejemplo un caso, en el que los inductores 3, 4 y 11 se abastecen de tensiones  $U_1$ ,  $U_2$  y  $U_3$  de frecuencias diferentes, lo que da como resultado, por consiguiente, corrientes calefactoras diferentes. Sería posible también modificar gradual o continuamente las frecuencias de las corrientes calefactoras durante el calentamiento de zonas críticas. En las figuras 5 y 6 está representado un tercer ejemplo de realización considerado actualmente como óptimo. La figura 5 muestra de manera puramente esquemática la posición de los inductores principales 3 y 4, así como del inductor auxiliar 11 poco antes del momento, en el que el inductor auxiliar 11 sube en dirección de la flecha 12 con el fin de crear espacio para juntar los inductores principales 3, 4. Con el signo de referencia 18 se han representado aquí las líneas de alimentación de los bucles calefactores 5 y 14 o de los conductores calefactores 7

dispuestos en perpendicular al plano del dibujo, alimentándose las líneas de alimentación 18 de cada inductor 3, 4 y 11 con las tensiones UI, U2 y U3 mediante una fuente de tensión alterna propia. Por último, en la figura 5 se indica con puntos y cruces dentro de los conductores calefactores 7 en qué dirección circulan en un momento seleccionado las corrientes calefactoras a través de los conductores calefactores 7. Las cruces significan usualmente un flujo de corriente hacia el interior del plano del dibujo (= conductor calefactor 7a) y los puntos, en cambio, un flujo de corriente en dirección opuesta, es decir, hacia afuera del plano del dibujo (= conductor calefactor 7b).

Aunque las tensiones UI a U3, generadas por las fuentes de tensión, son normalmente independientes una de la otra, está previsto según la invención como medida adicional para la homogeneización del calentamiento de las zonas iniciales y/o finales controlar las propiedades de los inductores 3, 4 y 11 de tal modo que las corrientes calefactoras, que circulan a través de los conductores calefactores 7, tienen una posición de fase definida. Según la figura 5, la posición de fase está seleccionada en particular de tal modo que los conductores calefactores enfrentados 7 de inductores contiguos o cercanos son atravesados siempre por una corriente calefactora en la misma dirección. En el momento indicado en la figura 5, la corriente calefactora circula, por ejemplo, a través de los conductores calefactores 7a opuestos entre sí de los inductores 3 y 11 en una dirección y a través de los conductores calefactores 7b opuestos entre sí de los inductores 11 y 4 en dirección opuesta.

Dado que el calentamiento de la vía de rodadura 2 se basa en el hecho de que los conductores calefactores 7a, 7b inducen corrientes parásitas en el mismo, que se oponen a las corrientes calefactoras que las generan, las corrientes parásitas pueden circular en direcciones opuestas en las zonas de transición entre dos inductores 3 y 11 u 11 y 4 y se pueden anular o neutralizar mutuamente, si no se controla la posición de fase, reduciéndose así el aporte de calor. En cambio, si las fases de las corrientes calefactoras se controlan de acuerdo con la figura 5 de tal modo que los conductores calefactores 7a o 7b, opuestos entre sí, son atravesados en el mismo sentido por la corriente calefactora, se garantiza entonces que las corrientes parásitas inducidas se adicionen al máximo y produzcan de esta manera también un calentamiento suficiente en los espacios intermedios críticos. Esto se indica esquemáticamente en la figura 5 para las zonas 19 y 20, en las que también la dirección de las corrientes parásitas está indicada mediante puntos y cruces. La figura 5 muestra también que las zonas de calentamiento comunes presentan respectivamente una sección 19a, 20a que cubre los espacios intermedios entre los inductores 3, 11 u 11, 4.

Al igual que en los ejemplos de realización descritos antes, el control de la posición de fase se puede realizar independientemente de si se utilizan solo los dos inductores principales 3, 4 o también el inductor auxiliar 11. En este caso no se ha de considerar el número de los inductores existentes en total, sino la posición de fase de sus corrientes calefactoras, en particular si dos inductores se aproximan entre sí en el área de las zonas iniciales y/o finales 8, 10, 19, 20 o se sitúan a la menor distancia posible uno del otro.

En la figura 6 está representado un ejemplo de realización para ajustar la posición de fase por medio de los inductores 3 y 4. Las fuentes de tensión para las tensiones UI1 U2 (figura 5) presentan aquí respectivamente un rectificador 22 que está conectado a la red de corriente usual 21 y al que está conectado un ondulator 23a, 23b, cuyas salidas están conectadas a una bobina primaria de cada transformador 24. Una bobina secundaria de los transformadores 24 está conectada respectivamente a las líneas de alimentación 18 (véase también figura 5) de los bucles calefactores correspondientes 5. Mediante puntos, cruces y flechas están representadas de manera análoga a la figura 5 las direcciones de las corrientes, circulantes a través de los conductores calefactores de los bucles calefactores 5, en un momento preseleccionado.

La utilización de los rectificadores 22 y los onduladores 23a, 23b sirve con el fin de aumentar la frecuencia de las corrientes suministradas a los transformadores 24 a valores de, por ejemplo, 4 kHz a 10 kHz. Esta frecuencia se puede ajustar preferentemente para poder predefinir frecuencias diferentes en el sentido de la figura 4. Sin embargo, en el ejemplo de realización según las figuras 5 y 6, las frecuencias de las tensiones iniciales de los onduladores 23a, 23b se ajustan preferentemente al mismo valor. Otra entrada respectivamente de los onduladores 23a, 23b está conectada a una unidad de control 26 mediante una línea 25a, 25b. A través de las líneas 25a, 25b se transmiten a los onduladores 23a, 23b señales de control 27, 28 que controlan los momentos de encendido de sus transistores de potencia, tiristores o similares y, por tanto, sus posiciones de fase. La figura 6 muestra a modo de ejemplo que, por ejemplo, las señales de control 27 transmitidas al ondulator 23a transmiten respectivamente en intervalos de 180° un impulso positivo 27a y definen así la posición de fase de la tensión inicial del ondulator 23a. En cambio, las señales de control 28 suministradas al ondulator 23b presentan en cada caso exactamente entre dos impulsos 27a un impulso positivo 28a que predefine la posición de fase de la tensión inicial del ondulator 23b de tal modo que su fase está desplazada en exactamente 180° respecto a la tensión inicial del ondulator 23a. Una conexión correcta de los onduladores 23a, 23b a los transformadores 24 provoca entonces que se generen los flujos de corriente indicados en las figuras 5 y 6.

Por lo demás, la figura 6 muestra que los campos magnéticos 29 indicados esquemáticamente, que generan las corrientes parásitas, producen en el momento, en el que los dos inductores 3, 4 se han aproximado a su menor distancia posible (signos de referencia 3b, 4b), corrientes parásitas en una zona de calentamiento común 30, que tienen la misma orientación en la zona crítica entre los dos inductores 3b, 4b y, por tanto, se intensifican en todo caso, pero no se pueden anular mutuamente. Esto hace posible a su vez una homogeneización adicional del

calentamiento en la zona 30.

Al igual que en los demás ejemplos de realización, el ajuste o el control descrito de la posición de fase se puede realizar independientemente de si los dos inductores principales 3, 4 o un inductor principal 3, 4 y el inductor auxiliar 11 se aproximan entre sí o están opuestos uno al otro. Resulta evidente también que el ajuste descrito de la posición de fase se puede realizar y mantener también más allá de toda la zona de movimiento de los inductores 3, 4 y 11.

La invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos que se pueden modificar de múltiples formas. En vez de las propiedades descritas se pueden controlar, cambiar o ajustar específicamente también otras propiedades o estados convenientes de los inductores 3, 4 y/u 11 para posibilitar una homogeneización adicional del aporte de calor en particular en las zonas de calentamiento comunes 8, 10, 19, 20 y 30. Asimismo, los medios descritos para el control de estas propiedades representan solo ejemplos que se pueden modificar o sustituir por otros en caso necesario. Además, en vez de los dos inductores principales 3 y 4 se pueden prever varios pares de inductores principales e inductores auxiliares 11, asignados a los mismos, para formar a lo largo de las vías de rodadura 2, 2a varias zonas iniciales y/o finales, en las que se juntan al menos parcialmente los inductores principales de pares diferentes. Por último, se entiende que las distintas características se pueden aplicar también en combinaciones diferentes a las combinaciones descritas y representadas.

Lista de signos de referencia

20	1	Anillo de rodamiento
	2, 2a	Vía de rodadura (de 1)
	3, 4, 33, 43, 30, 40	Inductor (inductor principal)
	5	Bucle calefactor (de 3, 4)
25	6	Eje central (de 1)
	7, 73, 7b	Bucle calefactor
	8	Zona inicial (de 2)
	9	Zona intermedia (de 2)
	10	Zona final (de 2)
30	11	Inductor auxiliar
	12	Flecha doble
	13	Mesa de cruz
	14	Bucle calefactor
	15	Flecha
35	16	Eje de giro
	17	Zona de precalentamiento
	18	Líneas de alimentación (para 5, 7, 14)
	19, 193	Zona de calentamiento
	20, 20a	Zona de calentamiento
40	21	Red de corriente
	22	Rectificador
	23a, 23b	Ondulador
	24	Transformador
	25a, 25b	Línea
45	26	Unidad de control
	27, 273	Señales de control
	28, 283	Señales de control
	29	Campo magnético
	30	Zona de calentamiento
50	U1 U2, U2	Tensión (de 3, 4, 11)

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el endurecimiento de al menos una vía de rodadura (2, 2a) de un anillo de rodamiento (1) para un rodamiento grande que comprende las etapas de procedimiento siguientes:
- disponer al menos dos inductores principales (3, 4) en el área de una zona inicial común (8) de la vía de rodadura (2, 2a) y calentar la vía de rodadura (2, 2a) en el área de la zona inicial (8) mediante los inductores principales (3, 4);
  - mover los inductores principales (3, 4) en direcciones opuestas a lo largo de la vía de rodadura (2, 2a) y calentar la vía de rodadura (2, 2a) mediante los inductores (3, 4) en zonas intermedias (9), por las que pasan sucesivamente los mismos, hasta alcanzar y calentar una zona, en la que se juntan dos inductores principales (3, 4) movidos en sentido opuesto con la formación de una zona final común (10);
  - utilizar un inductor auxiliar adicional (11) en el área de la zona final (10), precalentar la vía de rodadura (2, 2a) con el inductor auxiliar (11) en el área de la zona final (10) y retirar el inductor auxiliar (11) del área de la zona final (10) antes de aproximarse directamente los dos inductores principales (3, 4);
  - enfriar la vía de rodadura (2, 2a) en el área de la zona o las zonas iniciales, intermedias y finales (8, 9, 10) calentadas mediante los inductores (3, 4, 11); y
  - homogeneizar el calentamiento de la vía de rodadura (2, 2a) en el área de las zonas inicial y/o final (8, 10) mediante al menos una medida adicional,
- caracterizado por que**
- la medida adicional prevé un control o ajuste mecánico de al menos una propiedad seleccionada del inductor auxiliar (11) al menos durante el precalentamiento de la zona final (10),
  - siendo la al menos una propiedad seleccionada la localización del inductor auxiliar (11) y previendo la medida adicional un movimiento del inductor adicional (11), que se realiza con al menos un grado de libertad adicional, durante el precalentamiento.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el movimiento del inductor auxiliar (11) incluye al menos un movimiento giratorio en paralelo a la vía de rodadura (2, 2a).
3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el movimiento del inductor auxiliar (11) se realiza de manera pendular o circular, elíptica, rectangular o cuadrada, estando dispuestos los conductores calefactores (7) del inductor auxiliar (11) siempre en paralelo a la vía de rodadura (2, 2a).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la propiedad seleccionada es la frecuencia de las corrientes calefactoras que circulan a través de los inductores principales y/o auxiliares (3, 4, 11) y la medida adicional prevé un funcionamiento de los inductores principales y auxiliares (3, 4, 11) con frecuencias diferentes y, dado el caso, variables.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** los inductores principales (3, 4) funcionan con frecuencias diferentes, al menos cuando se aproximan a la zona inicial y/o final (8, 10) o están dispuestos en ella.
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la propiedad seleccionada es la posición de fase de corrientes calefactoras, que circulan a través de los inductores principales y auxiliares (3, 4, 11), y la medida adicional prevé un ajuste preseleccionado de las fases de estas corrientes calefactoras.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que** la posición de fase de las corrientes calefactoras se ajusta, en particular, al aproximarse dos inductores principales (3, 4) o un inductor principal y el inductor auxiliar (3, 11; 4, 11) en el área de la zona final (19, 20, 30) de tal modo que los conductores calefactores enfrentados (7a, 7b) de los inductores (3, 4, 11) son atravesados por las corrientes calefactoras en la misma dirección.
8. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que** el ajuste de la posición de fase se realiza mediante el control de las tensiones iniciales (U1 a U3) de fuentes de tensión, mediante las que se generan las corrientes calefactoras.

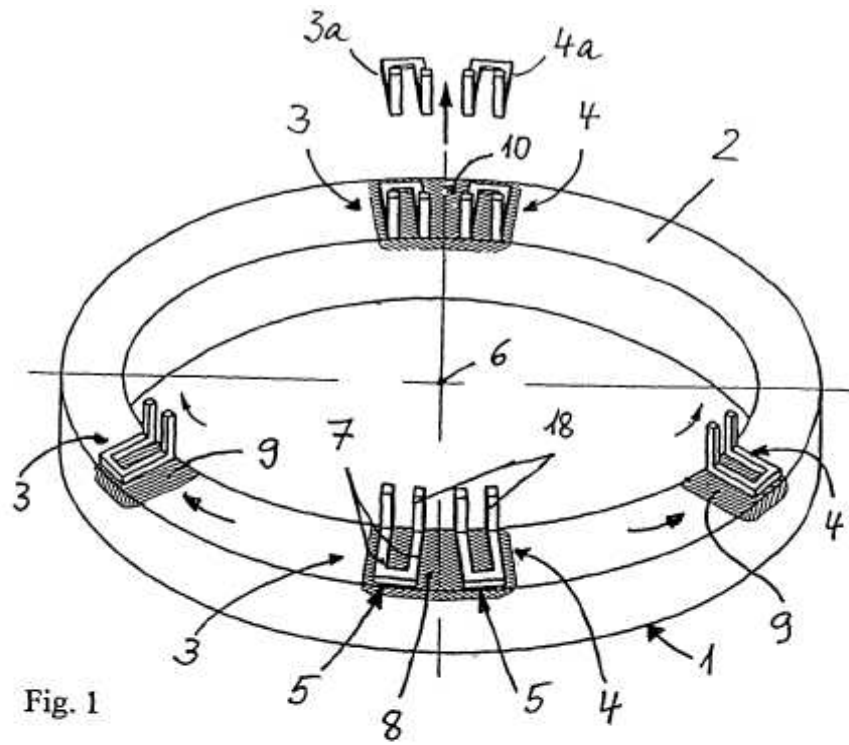


Fig. 1

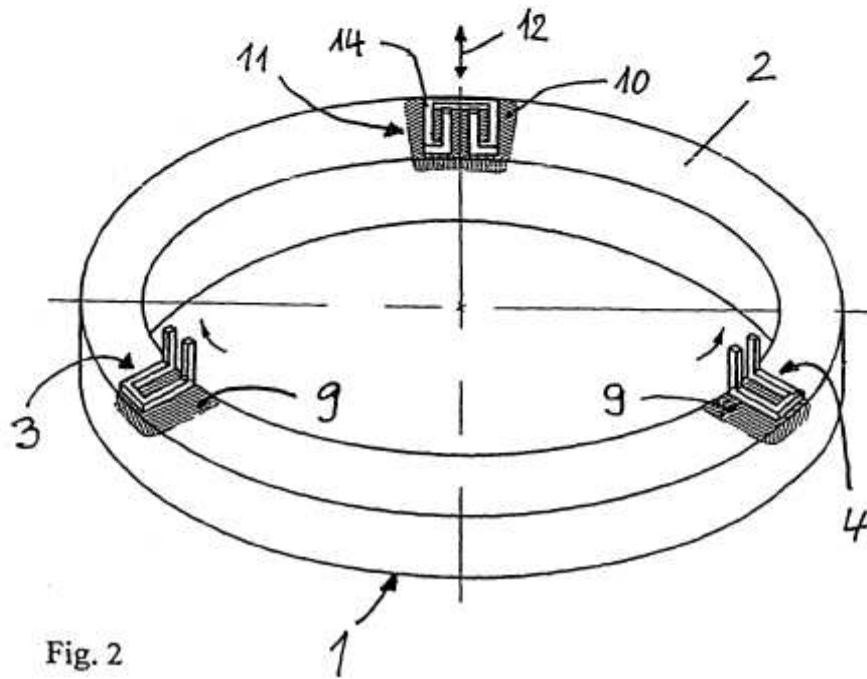
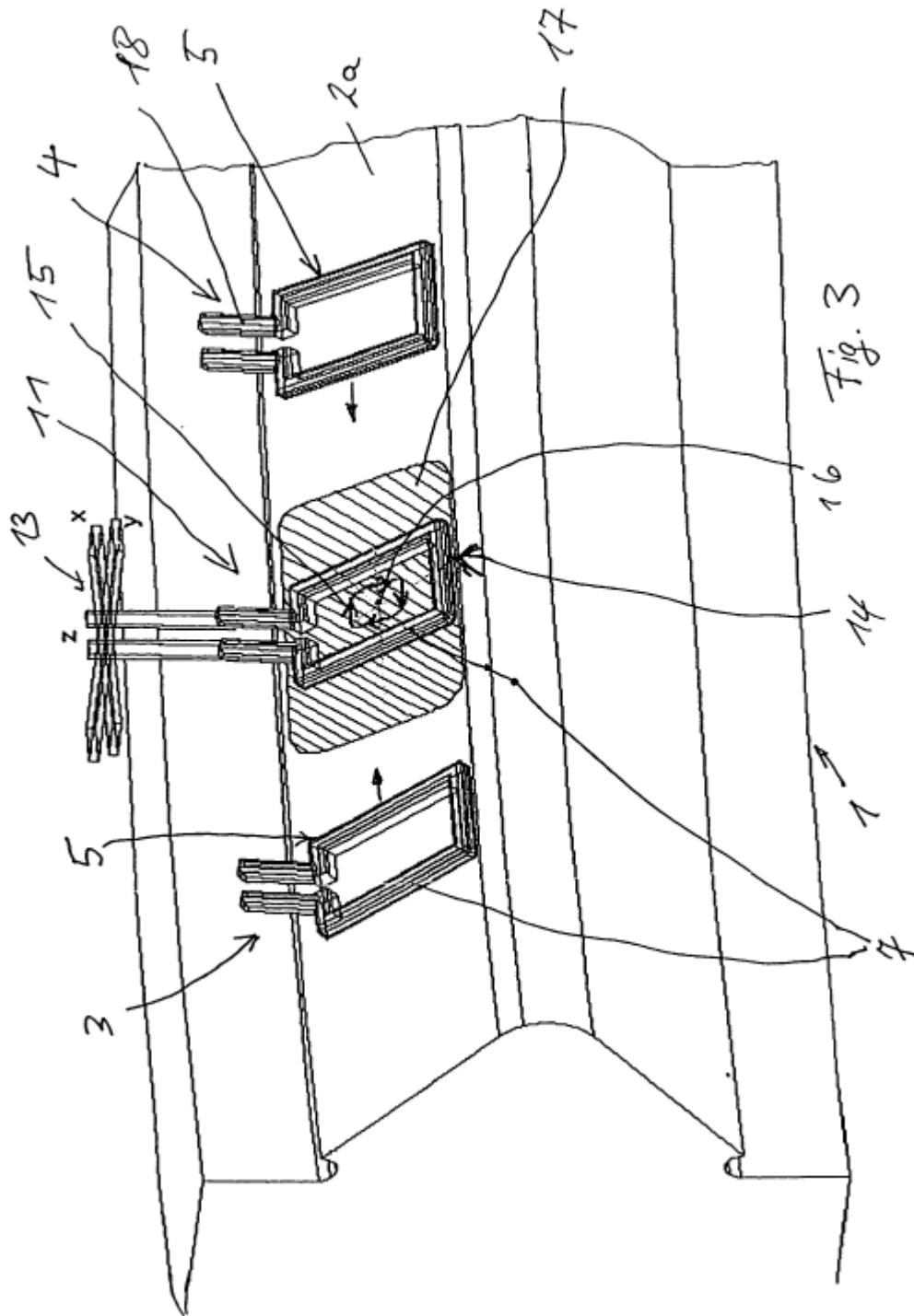


Fig. 2





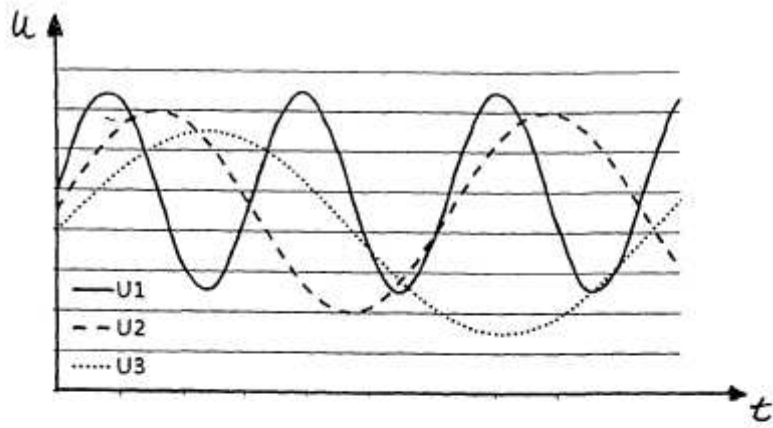


Fig. 4

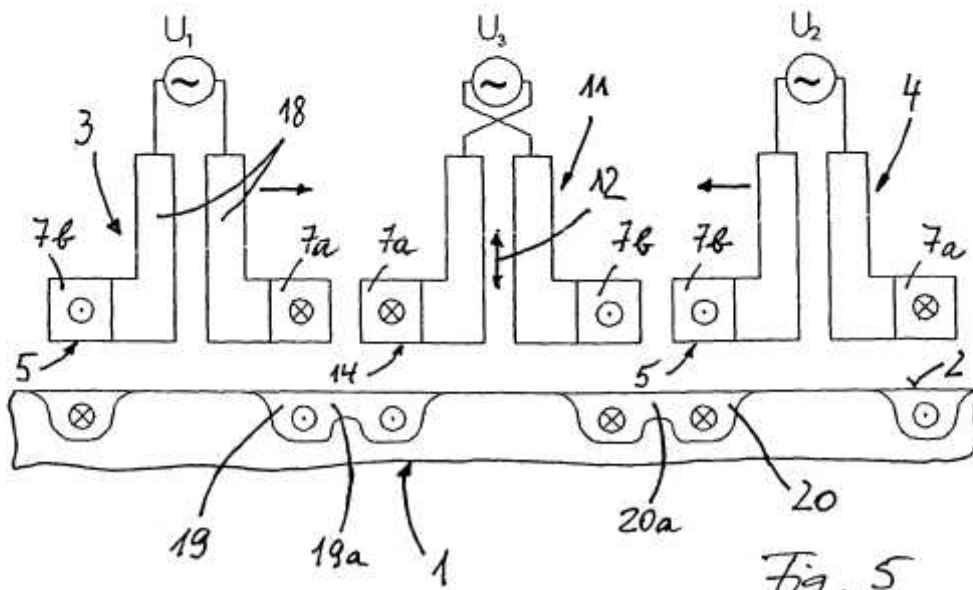


Fig. 5

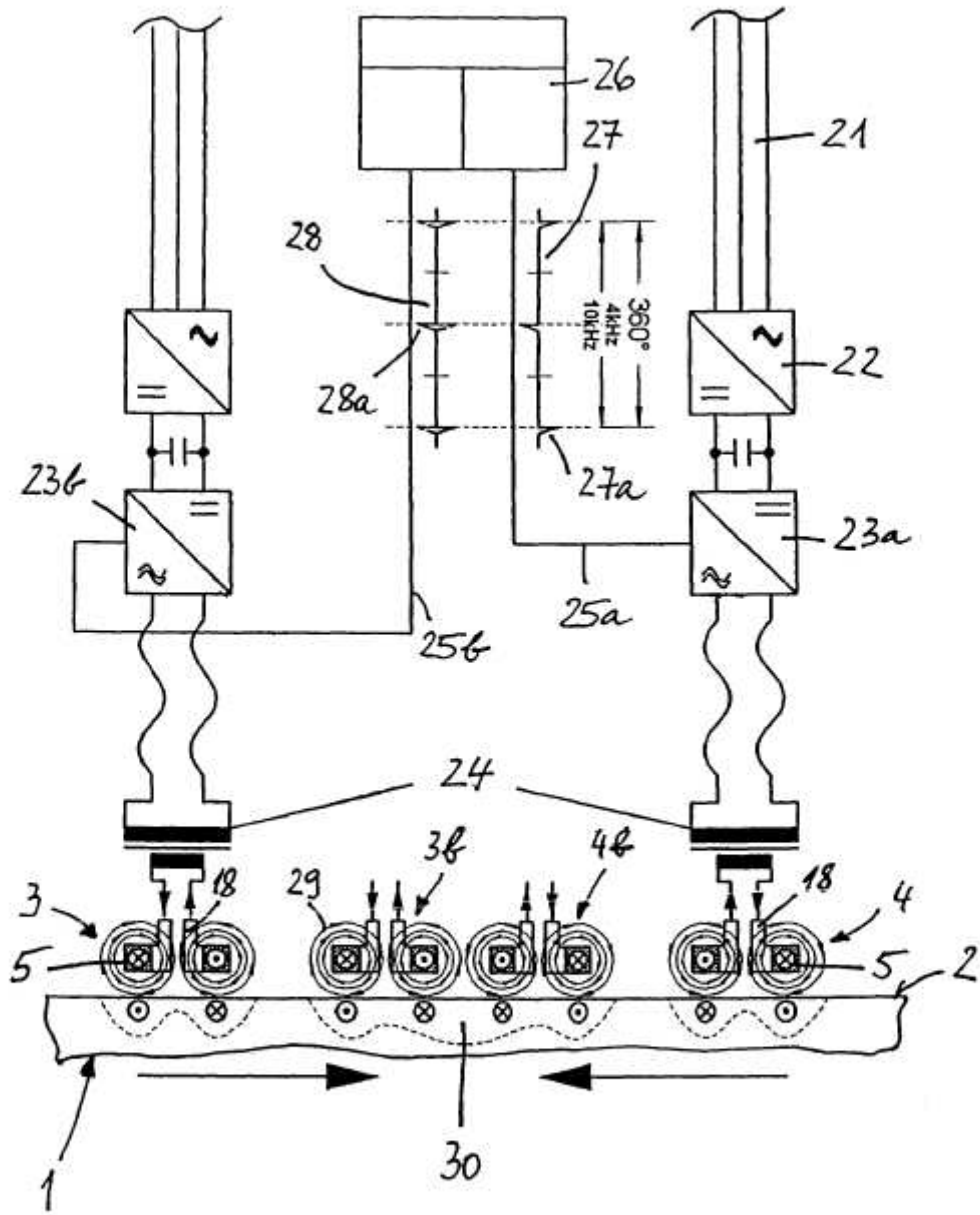


Fig. 6