



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 036**

51 Int. Cl.:  
**G01M 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01302421 .1**

96 Fecha de presentación : **15.03.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1136807**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.09.2001**

54 Título: **Procedimiento y aparato de previsión del desgaste de neumáticos.**

30 Prioridad: **17.03.2000 JP 2000-77008**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.12.2008**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.12.2008**

73 Titular/es: **Bridgestone Corporation**  
**10-1, Kyobashi 1-chome**  
**Chuo-ku, Tokyo, JP**

72 Inventor/es: **Kurata, Takayuki**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 309 036 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).

# ES 2 309 036 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de previsión del desgaste de neumáticos.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato de previsión del desgaste de neumáticos.

Con el fin de investigar la relación entre la distancia de desplazamiento del neumático y el desgaste de los neumáticos, convencionalmente, el desgaste de los neumáticos se ha producido mediante la fijación de los neumáticos a, y mediante la puesta en marcha de los neumáticos en, equipo de ensayo en tambor, o instalando los neumáticos en  
10 vehículos reales y poniendo en marcha los neumáticos en ellos.

Sin embargo, producir un desgaste en los neumáticos requiere que la distancia de desplazamiento sea extremadamente larga, de modo que existe un problema porque el periodo de pruebas antes de que se obtengan los resultados de prueba es largo. Por tanto, han de proponerse procedimientos más rápidos de previsión del desgaste de neumáticos.

15 En el pasado, cuando se preveía el desgaste de neumáticos, se ha usado un procedimiento en el que se mide la fuerza de cizalladura que opera sobre la banda de rodadura del neumático y el movimiento (a partir de la deformación).

20 Sin embargo, debe dedicarse una cantidad de tiempo excesiva con el fin de hacer visible la imagen de desgaste del diseño de la banda de rodadura cuando sólo se mide un único punto sobre la banda de rodadura, de modo que no es posible, en la práctica, estimar el desgaste sobre la banda de rodadura del neumático como un todo.

Esta invención tiene en cuenta la situación anterior y tiene como fin proporcionar un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos y un aparato para prever fácilmente el desgaste de neumáticos.

25 También se presta atención a lo desvelado en los documentos DE- 19736769C, US-A-3835591 y US-A-6023967.

La presente invención, en un aspecto, proporciona un procedimiento de previsión del desgaste de bandas de rodadura de neumáticos, que comprende las etapas de:

30 medir una temperatura de una parte de superficie de la banda de rodadura de un neumático;

aumentar la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura haciendo que el neumático entre en contacto con, y rote sobre, una superficie de rodaje;

35 medir en un periodo de tiempo predeterminado la temperatura aumentada de la parte de superficie de la banda de rodadura del neumático durante la rotación; y

40 prever el desgaste de neumático de dicho neumático basándose en un diferencial de temperatura calculado restando la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura antes de que se haga rotar el neumático de la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura tras comenzar la rotación;

en el que el periodo de tiempo predeterminado es un periodo de tiempo tras haberse iniciado la marcha del neumático durante el cual la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura es superior a la temperatura de una parte de surco del neumático; en el que la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, antes de que se inicie la marcha del neumático, es inferior a la temperatura de la superficie de rodaje; y en el que las etapas de medir la temperatura se llevan a cabo usando un termómetro por radiación sin contacto.

50 La invención, en otro aspecto, proporciona un aparato de previsión del desgaste de bandas de rodadura de neumáticos que prevé el desgaste de bandas de rodadura basándose en una temperatura de una parte de superficie de la banda de rodadura de un neumático tras hacer que el neumático entre en contacto con, y rote sobre, una superficie de rodaje, con el fin de aumentar la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, comprendiendo dicho aparato de previsión del desgaste de bandas de rodadura de neumáticos:

55 un soporte de neumáticos que soporta el neumático de modo que el neumático puede rotar;

medios para enfriar el neumático o medios para calentar la superficie de rodaje;

60 medios para accionar al menos uno del neumático y la superficie de rodaje con el fin de hacer que el neumático rote;

medios que comprenden un termómetro por radiación sin contacto para medir, sin contacto, la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura y para discernir una distribución de temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura a partir de la temperatura medida;

65 un ordenador para prever el desgaste de bandas de rodadura basándose en la información de temperatura procedente de dicho termómetro por radiación sin contacto, comprendiendo además dicho ordenador

## ES 2 309 036 T3

un dispositivo de memoria para grabar múltiples resultados de medición de la temperatura para diversos lugares sobre la superficie de la banda de rodadura, y

5 un dispositivo de cálculo para proporcionar dicha información de temperatura calculando diferencias de temperatura de dichos resultados de medición de la temperatura a partir de una primera medición de la temperatura en un primer tiempo y los resultados de medición de la temperatura a partir de una segunda medición de la temperatura en un segundo tiempo.

10 En un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según la invención, se prevé el desgaste en el neumático basándose en la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura tras aumentar su temperatura, haciendo que el neumático entre en contacto con, y se ponga en marcha sobre, una superficie de rodaje.

15 El aumento de temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura se debe al calor por fricción entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la superficie de rodaje.

20 La temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura es alta tras el desplazamiento puesto que existe un alto nivel de fricción y una gran cantidad de desgaste y, por tanto, es posible prever fácilmente el desgaste de neumáticos a partir del aumento de temperatura en la parte de superficie de la banda de rodadura o a partir de la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura. Adicionalmente, midiendo la temperatura de toda la superficie de la banda de rodadura, es posible estimar el desgaste o la banda de rodadura del neumático como un todo.

25 La temperatura de la superficie de la banda de rodadura mencionada anteriormente, por ejemplo, puede medirse durante un intervalo cuando, en comparación con la temperatura del surco en la banda de rodadura, la temperatura de la superficie de la banda de rodadura es superior.

30 Cuando el neumático está en marcha, se produce calor por fricción entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la superficie de rodaje, y la pérdida por histéresis que acompaña a la deformación del caucho y los demás materiales constituyentes del neumático también produce calor dentro del neumático.

El calentamiento debido a la pérdida por histéresis aparecerá, cuando se observa desde el exterior del neumático, aparece en primer lugar en los surcos de la banda de rodadura.

35 Dado que el desgaste en el neumático es el resultado de la fricción con la superficie de rodaje, o en otras palabras, porque sólo es importante el calor debido a la fricción entre la superficie de rodaje y la superficie del neumático, el calor debido a la pérdida por histéresis es un factor de error.

40 Como resultado, es deseable aumentar la precisión en la medición midiendo la temperatura antes de que el efecto del calentamiento debido a la pérdida por histéresis alcance la superficie de la banda de rodadura (o mientras que este calor tenga poco efecto aunque alcance la superficie), o en otras palabras, durante el tiempo en el que la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura es alta con relación a la temperatura de la parte de surco.

45 Adicionalmente, cuando la temperatura del surco de la banda de rodadura coincide con la temperatura de la superficie de la banda de rodadura, se vuelve difícil discernir la parte de surco de la parte de superficie de la banda de rodadura cuando, por ejemplo, se toman mediciones térmicas usando termografía.

La temperatura puede medirse, por ejemplo, en el plazo 90 segundos tras haberse iniciado la marcha del neumático.

50 La temperatura del neumático, antes de que se inicie la marcha del neumático, es preferiblemente inferior a la temperatura de la superficie de rodaje.

55 Cuando la temperatura del neumático es superior a la temperatura de la superficie de rodaje en el momento en que se inicia la marcha, se anula el calentamiento debido a fricción, y, en casos extremos, la temperatura de la superficie de la banda de rodadura disminuye tras iniciarse la marcha, haciendo problemático obtener con precisión el aumento de temperatura. Debido a esto, es deseable que la temperatura del neumático sea inferior a la temperatura de la superficie de rodaje cuando se inicia la marcha.

60 Además, cuando la temperatura del surco de la banda de rodadura es igual a la temperatura de la superficie de la banda de rodadura, es difícil observar los límites entre la parte de surco y la parte de superficie de la banda de rodadura a partir de las imágenes de visualización térmicas, haciendo difícil prever el desgaste de la superficie de la banda de rodadura.

El neumático puede enfriarse antes de ponerse en marcha de modo que la temperatura del neumático es inferior a la temperatura de la superficie de rodaje.

65 Como alternativa, o además de ello, la superficie de rodaje puede calentarse, por ejemplo, de modo que sea superior a la temperatura del neumático.

Puede corregirse la temperatura medida basándose en la longitud de la superficie de contacto del neumático.

## ES 2 309 036 T3

5 Cuando la temperatura de la superficie de la banda de rodadura del neumático antes de la marcha es diferente de la temperatura de la superficie de rodaje, por ejemplo, cuando la temperatura de la superficie de rodaje es superior a la temperatura de la superficie de la banda de rodadura del neumático, la superficie de la banda de rodadura del neumático se calienta recibiendo calor de la superficie de rodaje debido al contacto entre la superficie de la banda de rodadura del  
10 neumático y la superficie de rodaje. Adicionalmente, el calentamiento debido al contacto con la superficie de rodaje variará dependiendo de la longitud de la superficie de contacto con la superficie de rodaje en la dirección periférica del neumático. Específicamente, un aumento de temperatura cuando la longitud de la superficie de contacto es más larga (de modo que la duración del contacto entre la superficie de rodaje y la superficie de la banda de rodadura es más prolongado) será superior a cuando la longitud de la superficie de contacto es más corta (de modo que la duración del contacto entre la superficie de la banda de rodadura y la superficie de rodaje es menor).

15 Debido a esto, es preferible mejorar la precisión de la previsión corrigiendo el aumento de temperatura basándose en la longitud de la superficie de contacto del neumático cuando la temperatura de la superficie de la banda de rodadura del neumático es diferente de la temperatura de la superficie de rodaje y cuando se usan neumáticos con diferentes longitudes de la superficie de contacto (cuando se observa en la dirección periférica del neumático) (que generalmente incluye la mayor parte de los neumáticos). En particular, esto es eficaz para aumentar la precisión de la previsión cuando el diferencial de temperatura entre la superficie de la banda de rodadura del neumático y la superficie de rodaje es grande.

20 El desgaste de neumáticos puede preverse basándose en el diferencial de temperatura calculado restando la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura antes de que comience la rotación de su temperatura durante la rotación.

25 Cuando se mide la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura del neumático antes del comienzo de la rotación, es deseable hacerlo antes de que el neumático se ponga en contacto con la superficie de rodaje. El motivo para hacer esto es que la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura que se pone en contacto con la superficie de rodaje cambiará debido al contacto entre la superficie de la banda de rodadura del neumático y la superficie de rodaje (haciendo que cambie la temperatura de una parte de la banda de rodadura en la dirección periférica) si existe un diferencial de temperatura entre la superficie de la banda de rodadura del neumático y la  
30 superficie de rodaje, y la cantidad en la que cambia la temperatura en la parte de superficie de la banda de rodadura que se pone en contacto con la superficie de rodaje será mayor cuando el tiempo de contacto entre la superficie de la banda de rodadura del neumático y la superficie de rodaje es más prolongado.

35 Adicionalmente, cuando existe un diferencial de temperatura entre el neumático y el aire circundante, es preferible que el tiempo entre la medición de temperatura y el comienzo de la rotación sea el menor posible (particularmente si el diferencial de temperatura es grande). El motivo para hacer esto es que dejando que se asiente el neumático cuando existe un diferencial de temperatura entre el neumático y el aire circundante se producirá un cambio en la temperatura de la superficie del neumático, o en otras palabras, en la temperatura de la superficie de la banda de rodadura, y la cantidad del cambio de temperatura en el neumático será mayor cuanto más tiempo se deje que se asiente el neumático.

40 La medición de la temperatura se realiza usando un termómetro por radiación sin contacto, haciendo posible que se realicen las mediciones de la temperatura con facilidad incluso cuando el neumático está rotando. Un termómetro por radiación sin contacto de este tipo es una máquina de termografía.

45 La medición de la temperatura puede realizarse usando termografía, haciendo posible discernir visualmente la temperatura de la superficie de la banda de rodadura del neumático, o en otras palabras, haciendo posible observar visualmente el estado de desgaste de la superficie de la banda de rodadura.

50 La invención también se refiere a un aparato de previsión del desgaste de neumáticos que prevé el desgaste de neumáticos basándose en la temperatura de la parte de banda de rodadura tras hacer que el neumático entre en contacto con, y que rote sobre, una superficie de rodaje con el fin de aumentar la temperatura de la parte de banda de rodadura. El aparato de previsión del desgaste de neumáticos incluye un soporte de neumáticos que soporta el neumático de modo que pueda rotar, medios para accionar el neumático y/o la superficie de rodaje con el fin de hacer que rote el neumático, y medios que miden, sin contacto, la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura y  
55 disciernen la distribución de temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura a partir de los resultados de medición de la temperatura.

60 Se proporciona un dispositivo de memoria para grabar múltiples resultados de medición de la temperatura, y se proporciona un dispositivo de cálculo para calcular las diferencias de temperatura de los resultados de medición de la temperatura a partir de la primera medición de la temperatura y los resultados de medición de la temperatura a partir de la segunda medición de la temperatura en las ubicaciones de medición de la temperatura.

65 El dispositivo de cálculo calcula el diferencial de temperatura (el aumento de temperatura) de las ubicaciones en las que se mide la temperatura, restando los resultados de medición de la temperatura durante la primera medición de la temperatura de los resultados obtenidos para la medición de la temperatura durante la segunda medición de la temperatura. La primera medición de la temperatura es, por ejemplo, la medición de la temperatura tomada antes de que se inicie la marcha del neumático. La segunda medición de la temperatura es la medición de la temperatura tras haber pasado una cantidad específica de tiempo tras el inicio de la marcha.

## ES 2 309 036 T3

Cuando se mide la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura del neumático antes del comienzo de la rotación, es deseable hacerlo antes de que el neumático se ponga en contacto con la superficie de rodaje.

5 Puede proporcionarse un terminal de entrada para introducir la longitud de la superficie de contacto del neumático, así como un compensador para corregir al menos los resultados de medición de la temperatura basándose en la longitud de la superficie de contacto. Por ejemplo, cuando la temperatura del neumático es inferior a la temperatura de la superficie de rodaje, el coeficiente de compensación es mayor cuando la longitud de la superficie de contacto es corta, y menor cuando la longitud de la superficie de contacto es larga.

10 El compensador también puede realizar la compensación de los aumentos de temperatura multiplicando el coeficiente de compensación basándose en la longitud de la superficie de contacto.

15 Puede proporcionarse una parte de visualización en la que son visibles al menos los resultados de medición de la temperatura. La parte de visualización también puede hacer visibles los aumentos de temperatura.

Puede proporcionarse un medio de enfriamiento para enfriar el neumático, y/o puede proporcionarse un medio de calentamiento para calentar la superficie de rodaje.

20 La invención se describirá adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La figura 1 es un dibujo estructural esquemático del aparato de previsión del desgaste de neumáticos de un primer ejemplo de una realización de esta invención.

25 Las figuras 2A, 2B y 2C son respectivamente, una rodada de neumático, un gráfico que muestra la longitud de la superficie de contacto y un gráfico que muestra los coeficientes de compensación.

La figura 3 muestra un diseño de la banda de rodadura.

30 La figura 4A es una imagen de un neumático que no se ha enfriado, y la figura 4B es una imagen de un neumático que se ha enfriado.

La figura 5A es una imagen de un neumático 30 segundos tras el inicio de la marcha, y la figura 5B es una imagen del neumático 120 segundos tras el inicio de la marcha.

35 La figura 6 es un gráfico que muestra la relación entre el tiempo de marcha del neumático y la temperatura.

40 La figura 7A es una imagen tomada antes de compensar la longitud de la superficie de contacto; la figura 7B es un gráfico que muestra la distribución de temperatura correspondiente; la figura 7C es una imagen tras compensar la longitud de la superficie de contacto; la figura 7D es un gráfico de la distribución de temperatura correspondiente; y la figura 7E es un gráfico que muestra la cantidad real de desgaste.

La figura 8 muestra un diseño de la banda de rodadura.

45 La figura 9A es una imagen de una banda de rodadura de neumático mostrada en la figura 10; la figura 9B es un gráfico que muestra la distribución de temperatura correspondiente en la dirección periférica del neumático; y la figura 9C es un gráfico que muestra la distribución de temperatura correspondiente en la dirección axial del neumático.

La figura 10 muestra un diseño de la banda de rodadura.

50 A continuación, se describirán realizaciones preferidas del aparato de previsión del desgaste de neumáticos de esta invención en relación con las figuras de dibujos.

55 Tal como se muestra en la figura 1, el aparato 10 de previsión del desgaste de neumáticos de este ejemplo de la realización comprende un aparato 12 de ensayo en tambor, una máquina 14 de termografía, un refrigerador 16, un ordenador 32, un dispositivo 34 de visualización de imágenes y un escáner 36.

60 El aparato 12 de ensayo en tambor está equipado con un medio 22 de soporte de neumáticos, que sujeta el neumático 20 de modo que puede rotar libremente, y este medio 22 de soporte de neumáticos puede moverse hacia arriba y hacia abajo mediante un cilindro 24. Un tambor 26 está situado por debajo del medio 22 de soporte de neumáticos.

El tambor 26 se sujeta mediante un eje de un elemento 28 de soporte de tal manera que puede rotar libremente, y se hace rotar mediante un motor 29.

65 La máquina 14 de termografía está dotada con una cámara 30 infrarroja que puede detectar luz infrarroja que se irradia desde el objeto para el que va a medirse la temperatura (neumático 20 en esta realización).

Para la máquina 14 de termografía, TVS-8000 de Japan Avionics, Ltd. es un ejemplo de una máquina que puede usarse, aunque también son aceptables otros instrumentos.

## ES 2 309 036 T3

La cámara 30 infrarroja fotografía el neumático 20 y envía la información de temperatura (los resultados de la medición de la temperatura) al ordenador 32.

5 El ordenador 32 comprende, por ejemplo, una CPU (dispositivo de cálculo), una ROM y una RAM (dispositivos de memoria), etc. Realiza cálculos sobre la información de temperatura del neumático 20 que se fotografió mediante la cámara 30 infrarroja de la máquina 14 de termografía, y muestra en el dispositivo 34 de visualización de imágenes una imagen del neumático con las temperaturas indicadas por la densidad (o diferenciando las temperaturas altas y bajas por colores).

10 El ordenador 32 puede almacenar múltiples datos de temperatura en la memoria y puede calcular cambios de temperatura entre una primera fotografía y una segunda fotografía restando los datos de temperatura obtenidos mediante la primera fotografía de los datos de temperatura obtenidos mediante la segunda fotografía. El aparato 34 de visualización de imágenes indica la temperatura cuando se tomó la imagen (o el cambio de temperatura) mediante la densidad (o mediante la separación de las temperaturas por colores) en la visualización de las imágenes del neumático.

15 Adicionalmente, el ordenador 32 está conectado a un escáner 36. El escáner 36 puede leer en la rodada del neumático 20.

20 El ordenador 32 puede calcular la longitud de la superficie de contacto en la dirección periférica del neumático en diversas posiciones en la dirección axial del neumático, y lo hace basándose en la rodada leída mediante el escáner 36, y puede convertir estos datos y almacenarlos como un coeficiente de compensación.

25 Además, el ordenador 32 realiza la compensación de la información de temperatura multiplicando la información de temperatura que se ha almacenado por el coeficiente de compensación de modo que puede visualizarse una imagen del neumático basándose en la información de temperatura corregida en el dispositivo 34 de visualización de imágenes. Debe observarse que el ordenador 32 compensa la cantidad del cambio de temperatura multiplicando el coeficiente de compensación con el cambio de temperatura obtenido a partir del cálculo, y puede visualizarse una imagen del neumático en el dispositivo 34 de visualización de imágenes basándose en el cambio de temperatura corregido.

30 Además, el ordenador 32 puede realizar diversos cálculos basándose en los datos de temperatura que se han almacenado de modo que, por ejemplo, es posible visualizar una distribución de temperatura a lo largo de la dirección periférica del neumático en cualquier posición dada en la dirección axial del neumático. Esto puede visualizarse como un gráfico en el dispositivo 34 de visualización de imágenes. Además, es posible visualizar un gráfico de la distribución de temperatura en la dirección axial del neumático en cualquier ubicación dada en la dirección periférica del neumático, visualizándose los datos en el dispositivo 34 de visualización de imágenes.

A continuación, se facilita una explicación de un ejemplo del procedimiento usado para prever el desgaste de neumáticos usando el aparato 10 de previsión del desgaste de neumáticos de esta realización.

40 (1) En primer lugar, se aplica una carga al neumático 20 y se toma su rodada. Debe observarse que en este momento, la carga es la misma carga de operación que se aplicará al neumático 20 mediante el aparato 12 de ensayo en tambor. Se obtiene una rodada tal como se muestra en la figura 2A a partir de un neumático que tiene el diseño de la banda de rodadura tal como se muestra en la figura 3.

45 (2) Se lee la rodada mediante el escáner 36. El ordenador 32 calcula la longitud de la superficie de contacto en la dirección tangencial del neumático en las diversas posiciones en la dirección axial del neumático basándose en la rodada que se leyó, convierte las longitudes de la superficie de contacto con respecto a los coeficientes de compensación y los almacena en la memoria. Cuando se visualiza gráficamente la longitud de la superficie de contacto en las diversas posiciones en la dirección axial del neumático, aparece tal como se muestra en la figura 2B. Los coeficientes de compensación en las diversas posiciones en la dirección axial del neumático se representan gráficamente y aparecen, por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2C. En el gráfico en la figura 2C, en eje vertical indica la magnitud del coeficiente de compensación, mientras que el eje horizontal muestra la posición en la dirección axial del neumático. Cuando se correlacionan con las longitudes de la superficie de contacto en las diversas posiciones en la dirección axial del neumático, tal como se muestra en la figura 2B, los coeficientes de compensación de los lugares en los que las longitudes de la superficie de contacto eran cortas son relativamente grandes cuando se comparan con los coeficientes de compensación de los lugares en los que la longitud de contacto es larga.

60 (3) A continuación, el neumático 20 se coloca en el refrigerador 16 y se enfría uniformemente. Debe observarse que la temperatura del neumático 20 debe ser, de manera preferible, aproximadamente 8°C más fría que la temperatura de la superficie externa del tambor 26.

(4) El neumático 20, que se extrae del refrigerador 16 tras haberse enfriado, se fija inmediatamente a un soporte 22 de neumáticos. En este punto, el neumático 20 que se ha fijado de esta manera no se pone en contacto con el tambor 26.

65 (5) Se fotografía la banda de rodadura del neumático 20 (la primera vez) usando la cámara 30 infrarroja, y se almacena la información de temperatura para los diversos lugares sobre la banda de rodadura del neumático 20 en el ordenador 32. Puede fotografiarse sólo una única parte de la periferia de la banda de rodadura o bien toda la periferia

## ES 2 309 036 T3

de la banda de rodadura. Cuando el neumático 20, tras haberse extraído del refrigerador 16, se transporta a la parte 22 de soporte de neumáticos, por ejemplo, haciéndolo rodar a lo largo del suelo, la parte de superficie de la banda de rodadura (una parte que está en contacto con el suelo) se calienta por el suelo, haciendo que se eleve su temperatura, lo que conduce a un diferencial de temperatura entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la parte de surco. La figura 4A muestra una imagen de, por ejemplo, el diseño de la banda de rodadura mostrado en la figura 8 tal como se fotografió mediante la cámara 30 infrarroja. La imagen en la figura 4A es para un neumático que no se ha enfriado. La figura 4B muestra una visualización del dispositivo 34 de visualización de imágenes, que es una imagen que muestra la temperatura de la banda de rodadura en la que existe un diferencial de temperatura entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la parte de surco. Es posible diferenciar entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la parte de surco. Las diferencias de temperatura se visualizan por densidad de colores, y en la imagen que muestra la temperatura en la figura 4B, las temperaturas altas se indican con densidades superiores. El neumático mostrado en la figura 4B se ha enfriado. Cuando el neumático no está enfriado, es más difícil diferenciar entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la parte de surco, tal como se muestra en la figura 4A. Esto se debe a que hay poca diferencia entre la temperatura en el surco y la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura.

(6) Se hace rotar el tambor 26, tras lo que se activa el cilindro 24 neumático haciendo que neumático 20 aplique una carga específica (por ejemplo, la carga máxima tal como se describe en las normas JATMA, TRA y ETRTO) sobre la superficie periférica externa del tambor 26. Al hacerlo así, el neumático 20 rota en contacto con el tambor 26 y la temperatura en la superficie de contacto se eleva debido a la fricción con el tambor 26.

(7) A los 15 segundos tras el comienzo de la rotación del neumático 20, un disparador hace que la cámara 30 fotografíe (segunda vez) la misma posición sobre la banda de rodadura que se fotografió en la etapa (5), y la información de temperatura para las diversas posiciones sobre la banda de rodadura se almacena en el ordenador 32. Aunque la segunda fotografía (medición de la temperatura) se tomó 15 segundos tras el comienzo de la rotación del neumático 20, la segunda fotografía debe tomarse en cualquier momento en el que todavía no sea evidente la influencia del calentamiento debido a pérdida por histéresis y en el que, en la práctica, no se haya propagado la temperatura de la parte de surco (la parte inferior del surco) para afectar a la temperatura de la superficie de la banda de rodadura. La figura 6 muestra los gráficos de los resultados de una investigación sobre la relación entre la temperatura de la superficie de la banda de rodadura (superficie de contacto), la temperatura del parte de surco y el tiempo de desplazamiento transcurrido, usando un neumático que se ha enfriado de antemano y un neumático a temperatura ambiente. El neumático a temperatura ambiente, tal como se muestra mediante las rectas mixtas de líneas y puntos, tenía temperaturas superiores en la parte de surco que en la superficie de contacto tras el comienzo de rotación del neumático mientras que, en contraposición, en el neumático que se había enfriado de antemano, tal como se muestra mediante las líneas continuas, la temperatura en la parte de surco fue inferior a la temperatura en la parte de superficie de la banda de rodadura hasta que hubo transcurrido una cierta cantidad de tiempo, y tras aproximadamente 90 segundos, la temperatura de la parte de surco sobrepasó la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura. Por ejemplo, cuando se hace rotar un neumático con un diseño de la banda de rodadura tal como se muestra en la figura 8 y aumenta la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura por fricción con el tambor 26, en la imagen que se muestra en el dispositivo 34 de visualización de imágenes, tal como se muestra en la figura 5A, es posible distinguir entre la parte de superficie de la banda de rodadura y la parte de surco. Aunque la figura 5A muestra una imagen tomada 30 segundos tras el comienzo del desplazamiento, la imagen es comparable a la imagen tomada tras 15 segundos. Sin embargo, en el punto de 120 segundos tras el comienzo de la rotación, la temperatura de la parte de surco también ha aumentado a través del calentamiento desde dentro del neumático (debido a la pérdida por histéresis), lo que hace que la temperatura se eleve hasta aproximadamente la misma temperatura que la parte de superficie de la banda de rodadura, con el resultado de que se hace poco práctico diferenciar entre la parte de surco y la parte de superficie de la banda de rodadura, tal como se muestra en la figura 5B. Debido a esto, es preferible que la segunda fotografía se tome durante el tiempo en que la temperatura de la parte de surco todavía no ha alcanzado la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura. Esto se debe a que, cuando la temperatura de la parte de surco está próxima a la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, se vuelve extremadamente difícil diferenciar la parte de superficie de la banda de rodadura usando la imagen que se visualiza en el dispositivo 34 de visualización de imágenes. El calor procedente de fuentes distintas a la fricción, tal como el calor debido la pérdida por histéresis, produce diferenciales de temperatura, y es necesario minimizar este calor o bien minimizar el efecto sobre la superficie de la banda de rodadura. En consecuencia, es deseable tomar la segunda fotografía antes de que sea evidente demasiado calor debido a la pérdida por histéresis, o en otras palabras, en el plazo de 15 a 30 segundos tras el comienzo de la rotación.

(8) El ordenador 32 resta la temperatura obtenida en la etapa (5) de la temperatura obtenida en la etapa (7) para calcular la cantidad de calentamiento debido sólo a fricción (es decir, excluyendo la distribución de temperatura desde antes de la medición).

(9) El ordenador 32 compensa el aumento de temperatura obtenido en la etapa (8) usando el coeficiente de compensación obtenido en la etapa (2). Es posible compensar el efecto del calor recibido desde el tambor 26 mediante la aplicación del coeficiente de compensación.

(10) Se usa la información de temperatura sólo para ese aumento de temperatura para el que se realiza la compensación, o en otras palabras, para el aumento de la temperatura debido sólo a fricción, como base para visualizar la imagen del neumático en el dispositivo 34 de visualización, haciéndolo a través del uso de densidades por colores.

## ES 2 309 036 T3

La figura 7B muestra un gráfico de la distribución de temperatura en la dirección axial del neumático (el valor promedio a lo largo de la periferia de la parte de superficie de la banda de rodadura), y la figura 7A es una imagen que muestra la temperatura antes de la compensación de la banda de rodadura del neumático que tiene el diseño de la banda de rodadura mostrado en la figura 3. La figura 7C muestra una imagen de la temperatura tras la compensación; la figura 7D es un gráfico que muestra la distribución de temperatura en la dirección axial del neumático (el valor promedio a lo largo de la dirección periférica de la parte de superficie de la banda de rodadura); y la figura 7E es un gráfico del desgaste real tras 1000 km de desplazamiento.

Cuando se compara el gráfico de la distribución de temperatura en la dirección axial del neumático (figura 7D) con el gráfico del desgaste real (figura 7E), puede observarse que hay una correspondencia excelente entre la temperatura aumentada y la cantidad de desgaste. Por tanto, puede usarse la temperatura para predecir o prever la cantidad de desgaste.

Adicionalmente, la figura 9A muestra una imagen de la temperatura de un neumático con el diseño de la banda de rodadura mostrado en la figura 10; la figura 9C es un gráfico que muestra la distribución de temperatura en la dirección transversal a través de la misma banda de rodadura; y la figura 9B es un gráfico que muestra la distribución de temperatura de la banda de rodadura en la dirección periférica del neumático.

Por ejemplo, a partir de la imagen mostrada en la figura 9A y el gráfico de la figura 9B, puede observarse que existen diferencias de temperatura a lo largo de la dirección periférica del neumático en los bloques de la banda de rodadura. A partir de esto, es posible prever el desgaste desigual (desgaste de talón y pie) que se producirá en los bloques de neumático.

La no uniformidad de la temperatura en la dirección axial del neumático puede observarse en la imagen de la figura 9A y el gráfico de la figura 9C. Esto puede usarse para prever perforaciones en el dibujo, desgaste del borde, etc., que se producirán en el bloque de neumático.

Tal como se describió anteriormente, es posible prever rápidamente el desgaste en el neumático 20 sin requerir ensayos en tambor que llevan mucho tiempo o pruebas en vehículos que se han llevado a cabo en el pasado, haciéndolo usando el aparato 10 de previsión del desgaste de neumáticos de esta realización.

En la realización descrita anteriormente, se enfrió un neumático 20 antes de ponerlo en marcha y, aunque esto tuvo una influencia sobre el neumático 20 de modo que podía diferenciarse la parte de superficie de la banda de rodadura, una alternativa es calentar sólo la superficie de la banda de rodadura del neumático 20 (sin enfriar el neumático 20) para crear un diferencial de temperatura con la parte de surco con el fin de poder diferenciar la parte de superficie de la banda de rodadura antes de tomar la fotografía del neumático 20.

Con el fin de hacer esto, un calentador (medio de calentamiento) está equipado dentro del tambor 26, y el neumático puede ponerse en contacto con el tambor 26 (que se ha calentado) y puede hacerse rotar durante un corto periodo de tiempo. En este punto puede tomarse la primera imagen.

Debe observarse que el neumático 20 puede hacerse rotar tras aplicar un ángulo de inclinación, un ángulo de deslizamiento, etc., al neumático. Al hacerlo así, es posible prever el desgaste en condiciones que son similares a las condiciones de circulación reales.

Además, es posible prever el desgaste que se producirá a través del frenado repentino (bloqueo del neumático) poniendo el neumático 20, con sus frenos aplicados, en contacto con el tambor 26 de rotación y fotografiando entonces la parte que está en contacto con el tambor 26.

Debe observarse que en la realización anterior, se puso el neumático 20 en contacto con el tambor 26 de rotación para hacer que rote; sin embargo, el neumático 20 puede ponerse en contacto con una cinta, asfalto, hormigón u otras superficies de rodaje reales y hacer que rote en esas condiciones.

Además, en la realización anterior, se hizo rotar el tambor 26 mediante el motor 29; sin embargo, puede estar equipado un motor en el soporte 22 de neumáticos para aplicar una fuerza motriz al neumático 20 para hacer que rote.

El procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos y el aparato de previsión del desgaste de neumáticos de esta invención, tal como se han descrito anteriormente, tienen el efecto superior de poder prever el desgaste de neumáticos fácil y rápidamente.

# ES 2 309 036 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de previsión del desgaste de bandas de rodadura de neumáticos, que comprende las etapas de:

5 medir una temperatura de una parte de superficie de la banda de rodadura de un neumático (20);

aumentar la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, haciendo que el neumático entre en contacto con, y rote sobre, una superficie (26) de rodaje;

10 medir en un periodo de tiempo predeterminado la temperatura aumentada de la parte de superficie de la banda de rodadura del neumático durante la rotación; y

15 prever el desgaste de neumático de dicho neumático basándose en un diferencial de temperatura calculado restando la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura antes de que se haga rotar el neumático de la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura tras comenzar la rotación;

20 en el que el periodo de tiempo predeterminado es un periodo de tiempo tras haberse iniciado la marcha del neumático durante el cual la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura es superior a la temperatura de una parte de surco del neumático; en el que la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, antes de que se inicie la marcha del neumático, es inferior a la temperatura de la superficie de rodaje; y en el que las etapas de medir la temperatura se llevan a cabo usando un termómetro (14) por radiación sin contacto.

25 2. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según la reivindicación 1, que comprende medir la temperatura en el plazo de 90 segundos tras haberse iniciado la marcha del neumático (20).

30 3. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además enfriar el neumático (20) antes de ponerlo en marcha de modo que la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura sea inferior a la temperatura de la superficie (26) de rodaje.

35 4. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además calentar la superficie (26) de rodaje de modo que la temperatura de la superficie de rodaje sea superior a la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura.

40 5. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además corregir una temperatura medida de la parte de superficie de la banda de rodadura basándose en una longitud de una superficie de contacto del neumático.

45 6. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el termómetro (14) por radiación sin contacto es una máquina de termografía.

50 7. Un procedimiento de previsión del desgaste de neumáticos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha etapa de previsión comprende prever una cantidad relativa de desgaste y una ubicación del desgaste sobre una superficie de la banda de rodadura del neumático (20).

55 8. Un aparato de previsión del desgaste de bandas de rodaduras de neumáticos que prevé el desgaste de bandas de rodaduras basándose en una temperatura de una parte de superficie de la banda de rodadura de un neumático tras hacer que el neumático entre en contacto con, y rote sobre, una superficie de rodaje, con el fin de aumentar la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura, comprendiendo dicho aparato de previsión del desgaste de bandas de rodaduras de neumáticos:

un soporte (22) de neumáticos que soporta el neumático (20) de modo que el neumático pueda rotar;

medios (16) para enfriar el neumático o medios para calentar la superficie de rodaje;

55 medios (29) para accionar al menos uno del neumático (20) y la superficie (26) de rodaje con el fin de hacer que el neumático rote;

60 medios que comprenden un termómetro (14) por radiación sin contacto para medir, sin contacto, la temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura y para discernir una distribución de temperatura de la parte de superficie de la banda de rodadura a partir de la temperatura medida;

un ordenador (32) para prever el desgaste de bandas de rodadura basándose en la información de temperatura procedente de dicho termómetro por radiación sin contacto, comprendiendo además dicho ordenador

65 un dispositivo (32) de memoria para grabar múltiples resultados de medición de la temperatura para diversos lugares sobre la superficie de la banda de rodadura, y

## ES 2 309 036 T3

un dispositivo (32) de cálculo para proporcionar dicha información de temperatura calculando diferencias de temperatura de dichos resultados de medición de la temperatura a partir de una primera medición de la temperatura en un primer tiempo y los resultados de medición de la temperatura a partir de una segunda medición de la temperatura en un segundo tiempo.

5

9. Aparato según la reivindicación 8, que comprende además un terminal (36) de entrada que introduce una longitud de una superficie de contacto del neumático; y un compensador (32) que corrige al menos la temperatura medida basándose en la longitud de la superficie de contacto del neumático que se ha introducido mediante el terminal de entrada.

10

10. Aparato según la reivindicación 9, que comprende además una parte (34) de visualización en la que al menos es visible la temperatura medida.

15

20

25

30

35

40

45

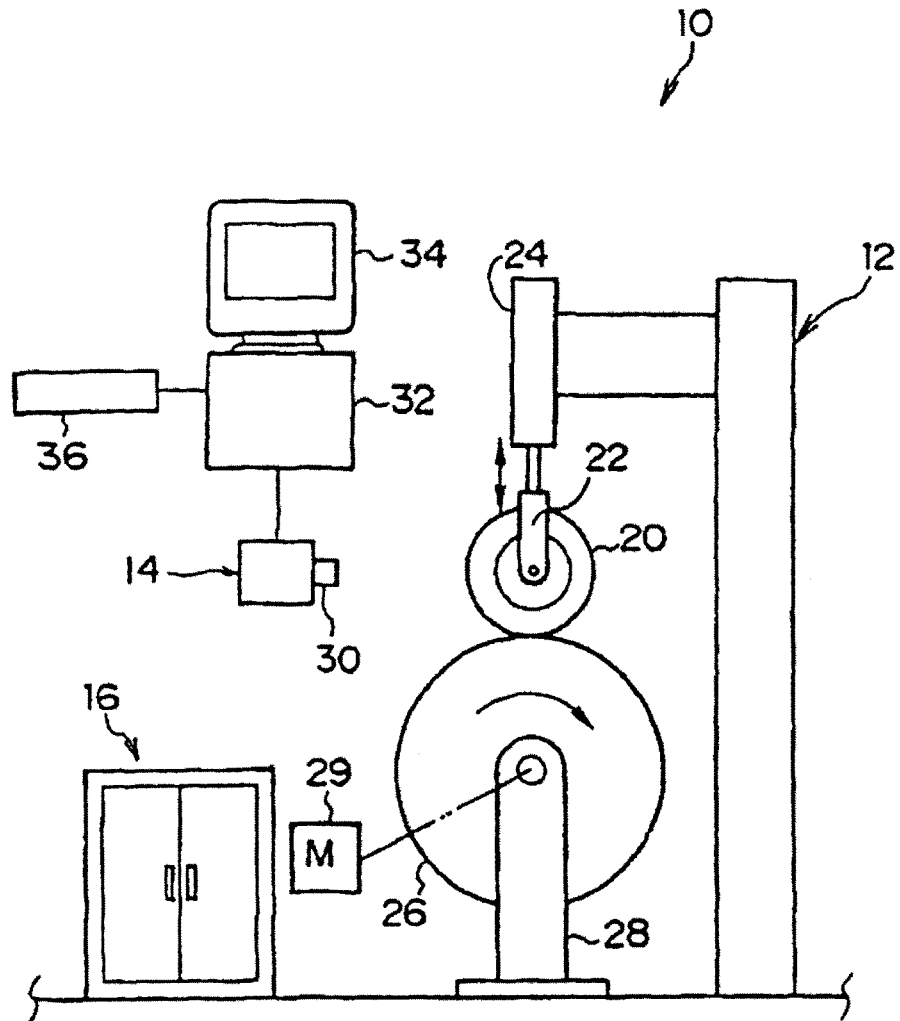
50

55

60

65

*Fig. 1*



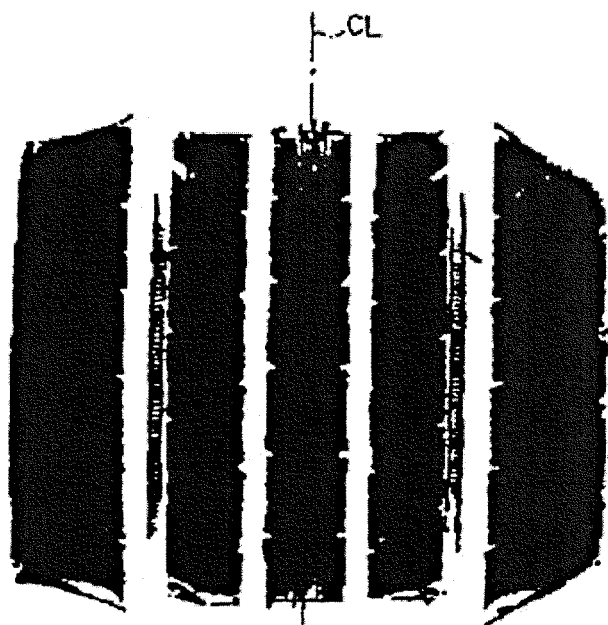


Fig. 2A

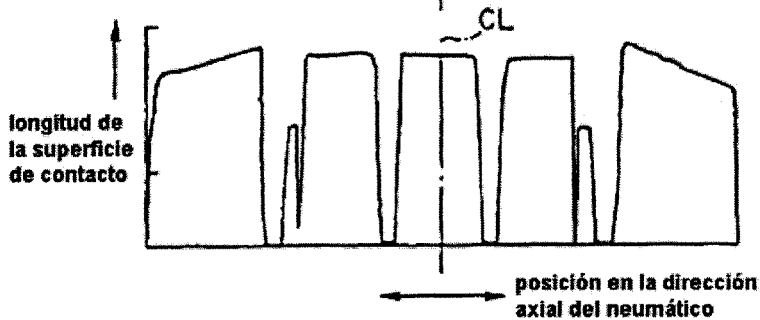


Fig. 2B

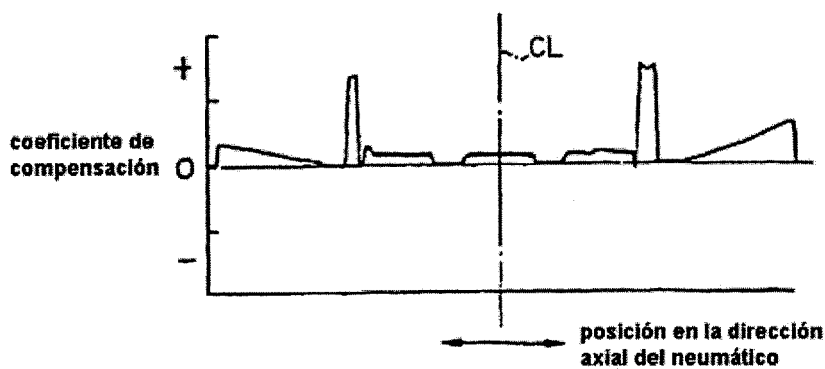


Fig. 2C

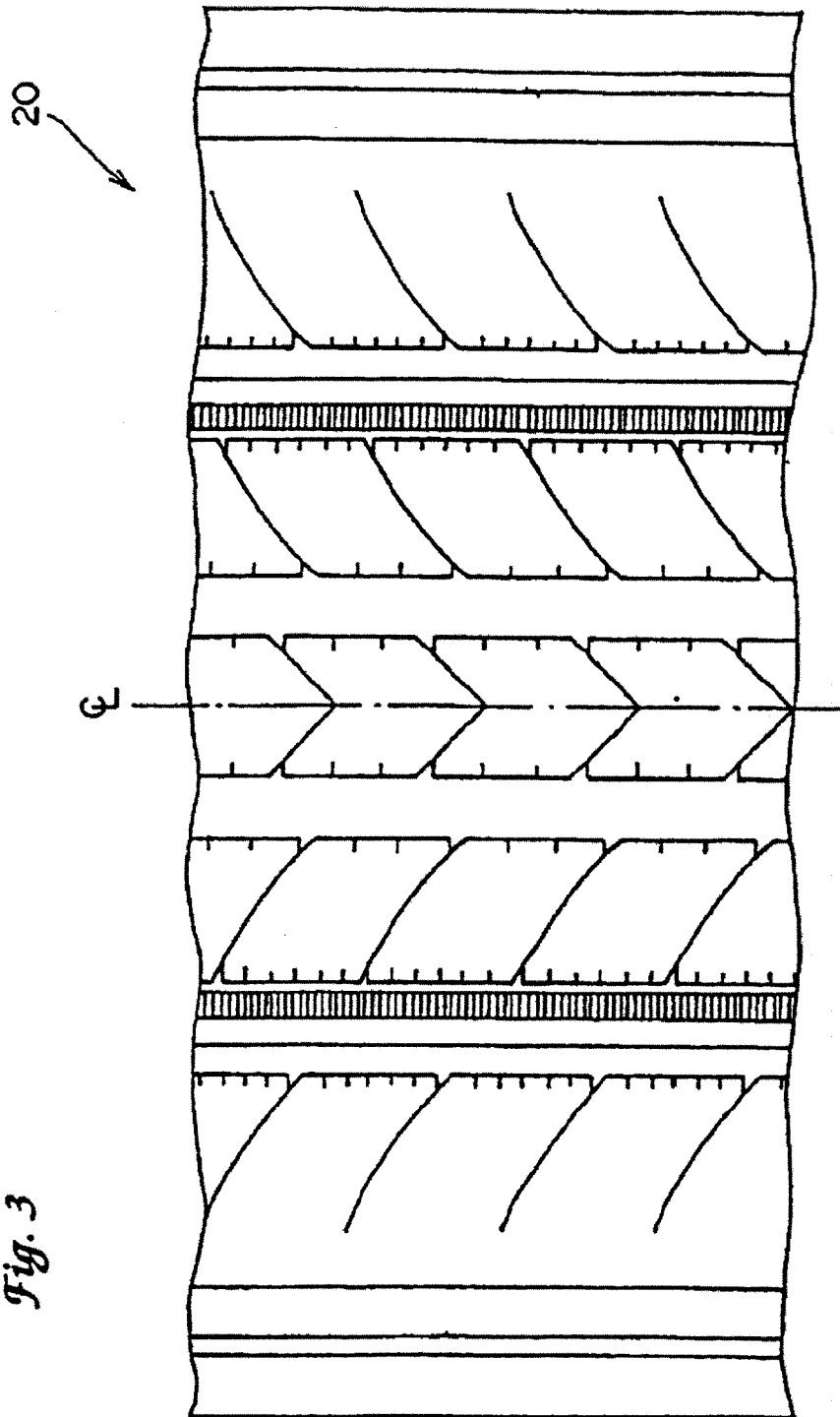
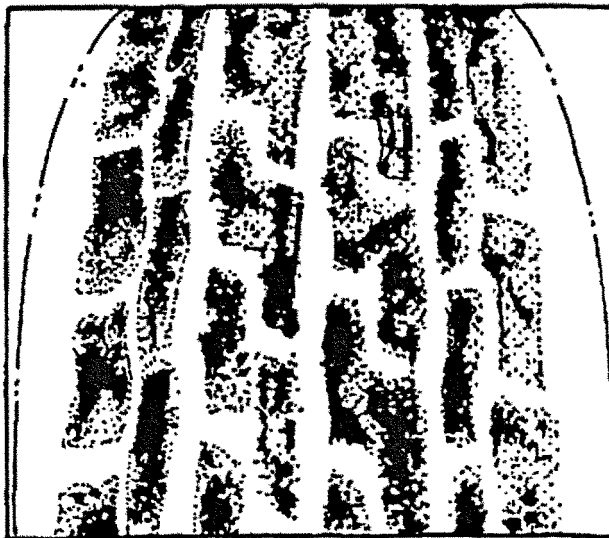


Fig. 3

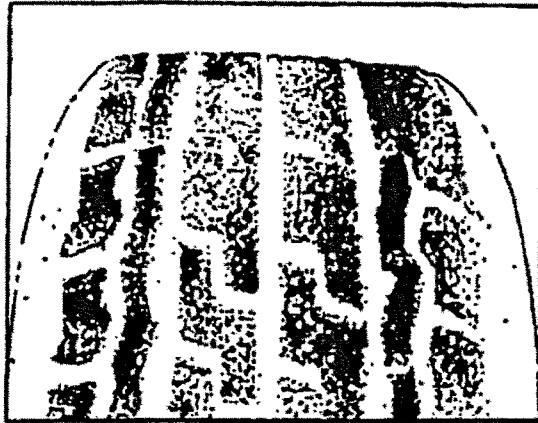
*Fig. 4A*



*Fig. 4B*



*Fig. 5A*



*Fig. 5B*

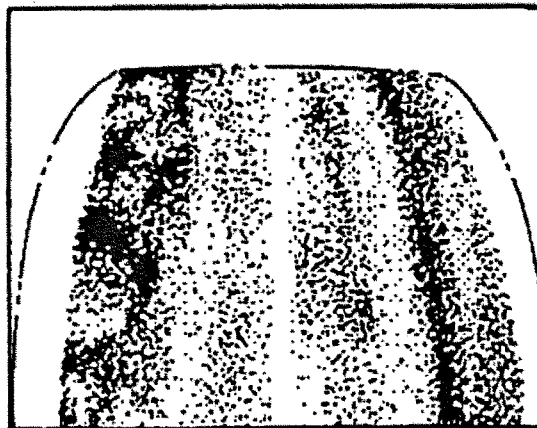
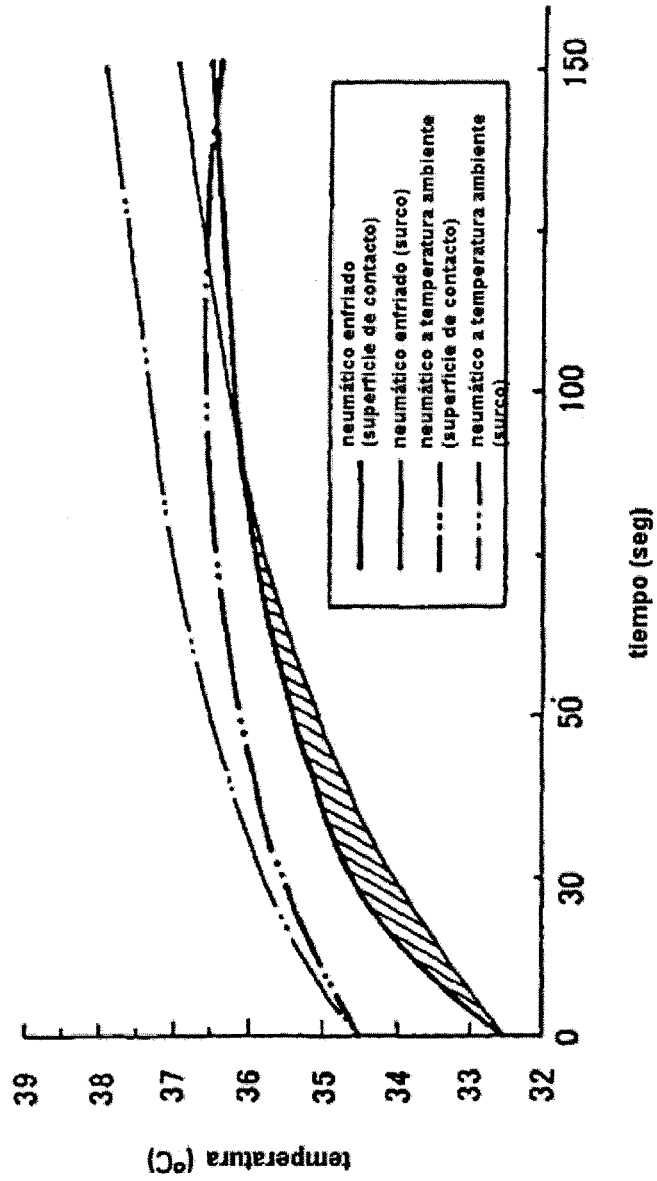
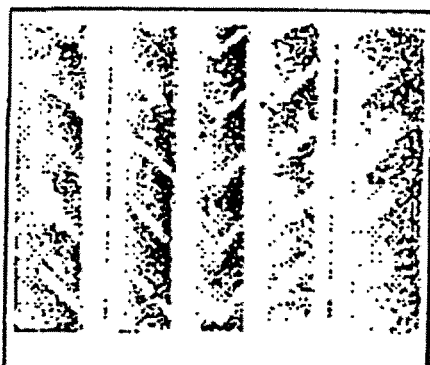


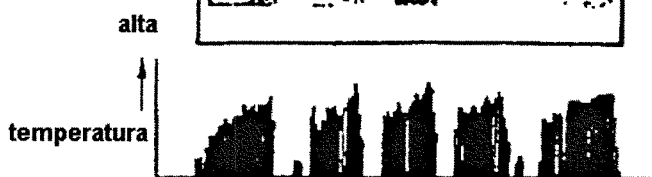
Fig. 6



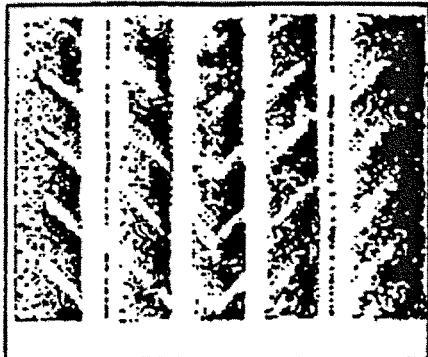
historia de temperatura de banda de rodadura y surco



*Fig. 7A*



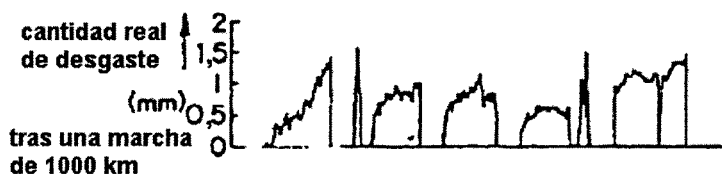
*Fig. 7B*



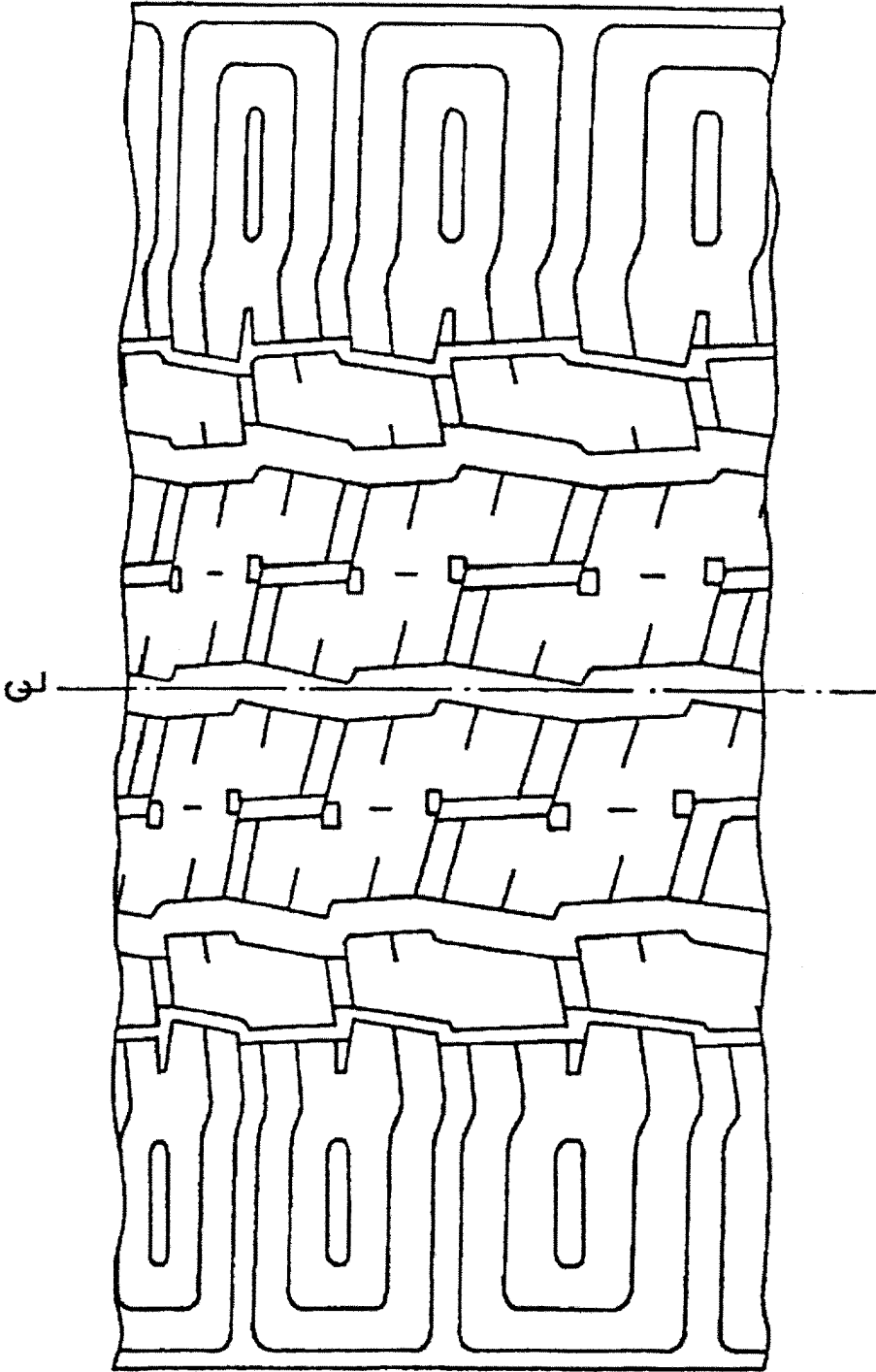
*Fig. 7C*



*Fig. 7D*

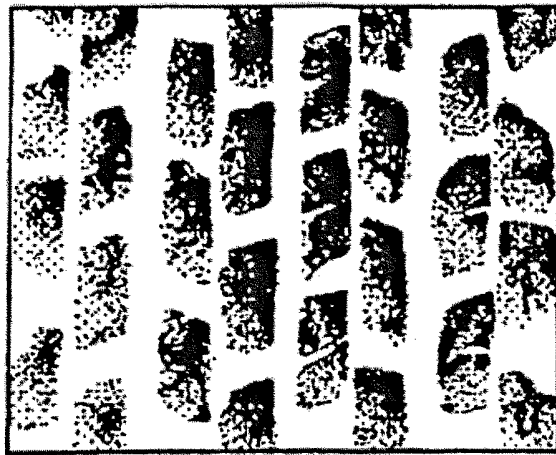


*Fig. 7E*

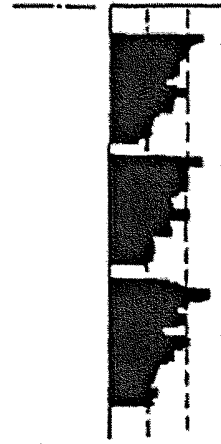


*Fig. 8*

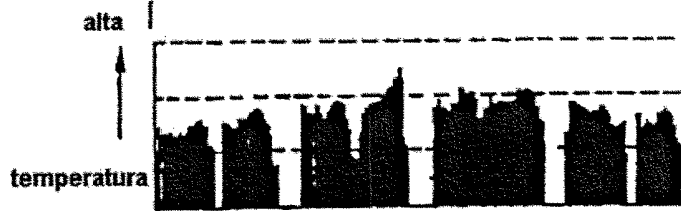
*Fig. 9A*



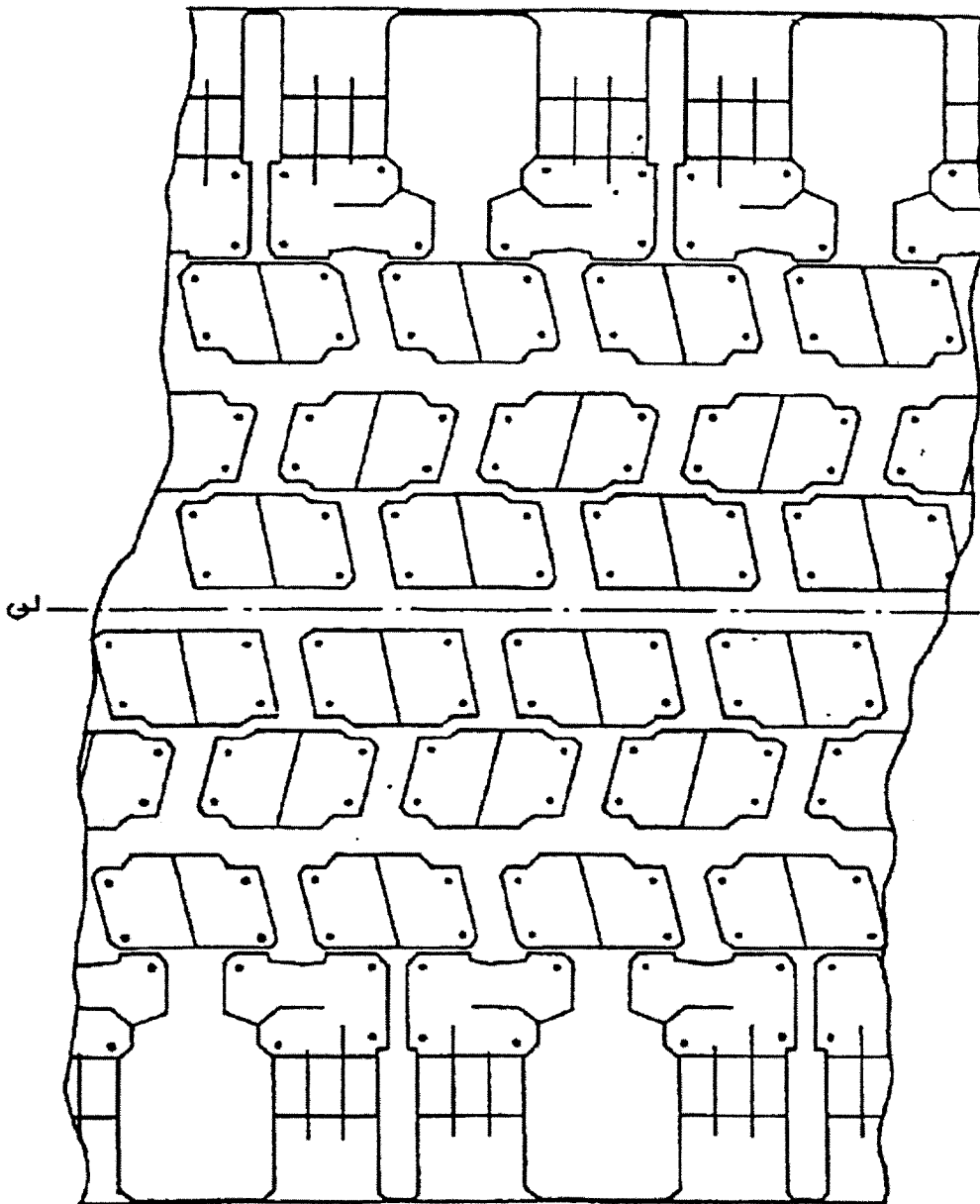
temperatura → alta



*Fig. 9B*



*Fig. 9C*



*Fig. 10*