

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 867**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/22** (2006.01)

**G01M 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2013 PCT/EP2013/056993**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13170999**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2013 E 13713891 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2850384**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la inspección óptica automática de un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda de un vehículo**

30 Prioridad:

**16.05.2012 DE 102012208177**

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

**30.11.2017**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)**

**Postfach 30 02 20**

**70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**LUTHER, MARC y**

**JANKOWSKA, KLAUDIA**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 644 867 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 y sistema para la inspección óptica automática de un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda de un vehículo.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para la inspección óptica automática de un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda de un vehículo, en particular en relación con una aptitud del perfil de superficie de rodadura en condiciones invernales de carretera.

### Estado de la técnica

10 Del estado de la técnica son conocidos procedimientos para determinar la profundidad de perfil de un neumático de vehículo. Por regla general, estos procedimientos se basan en métodos de triangulación o corte de luz a partir de los que se puede determinar la profundidad de perfil del neumático, al menos en uno o varios tramos examinados del neumático.

15 En el documento DE 10 2009 016 498 A1 se da a conocer un procedimiento de este tipo, en el que desde una posición por debajo de la superficie de carretera se irradia un tramo de una superficie de rodadura de neumático en su dirección de ancho con un rayo de luz lineal, por regla general, luz láser, y se detecta la reflexión del rayo de luz por un sensor dispuesto también por debajo de la superficie de carretera, por ejemplo, una cámara con resolución bidimensional. A partir de la imagen así captada se puede determinar una profundidad de perfil con ayuda de un procedimiento de triangulación, pudiendo aplicarse el procedimiento también en varios tramos del neumático, de modo que se puede realizar una afirmación con respecto a la profundidad de perfil distribuida por el neumático.

20 El documento DE 195 15 949 C2 da a conocer un procedimiento para la medición y la detección superficial del desgaste de perfil de una superficie de rodadura de neumático, en el que la rueda, es decir, el neumático y la llanta, se mide independientemente del vehículo. También en este caso se ilumina la superficie de rodadura de neumático con un rayo de luz lineal o en forma de banda y se graba la reflexión con una cámara de vídeo. Mediante un análisis de valores grises o un procedimiento de desplazamiento de fase se puede determinar el desgaste de perfil de la superficie de rodadura.

25 Del documento WO 2007/059935 A1 y del documento DE 10 2009 026845 A1 son conocidos los respectivos preámbulos de las reivindicaciones 1 y 9.

### Divulgación de la invención

La invención propone un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 9.

### 30 Ventajas de la invención

La ventaja del procedimiento o del sistema resulta del hecho de que se inspecciona automáticamente un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda de vehículo con respecto a su aptitud o idoneidad para condiciones invernales de carretera, es decir, superficies de calzada cubiertas de manera total o parcial con nieve y/o hielo, y, dado el caso, se proporciona una indicación con respecto a la aptitud o inaptitud para una superficie de calzada invernada al conductor y/o a una tercera persona. Así, por ejemplo, antes de transitar un puerto de montaña invernada, se puede determinar si es posible o no desde el punto de vista técnico, es decir, con respecto a una tracción suficiente, continuar el viaje con los neumáticos existentes debido a las condiciones climatológicas existentes.

40 De manera ventajosa, la radiación del al menos un dispositivo de irradiación comprende radiación electromagnética no coherente que, por ejemplo, puede estar situada en el rango visible, aunque también en la zona de infrarrojos. Debido a la posibilidad de seleccionar diferentes tipos de radiación se pueden inspeccionar diferentes propiedades, siendo también posible combinar de manera complementaria entre sí diferentes tipos de radiación.

45 Es preferible que el al menos un dispositivo de irradiación irradie el perfil de superficie de rodadura de manera alterna desde diferentes direcciones. A este respecto se pueden determinar de manera unívoca determinados detalles tales como, por ejemplo, la profundidad de perfil, sin que se falsifiquen por una dirección de irradiación o iluminación no adecuada.

Es preferible además que la etapa de procesar la radiación reflejada comprenda una evaluación de análisis de imagen, preferiblemente un análisis de valores grises, con cuya ayuda se determina una estructura del perfil de superficie de rodadura. A este respecto se puede determinar relativamente bien sobre todo una profundidad de perfil.

Además, es preferible que el dispositivo de irradiación y/o el dispositivo de detección de rayos estén dispuestos fundamentalmente en o sobre o por debajo de la superficie de calzada. Con ello existe la posibilidad de disponer los componentes correspondientes según la calidad local de la calzada o también de configurarlos a modo de un sistema móvil.

5 Además, es preferible que la inspección del respectivo perfil de superficie de rodadura en al menos dos ruedas de un eje de rueda del vehículo, preferiblemente en varios ejes de rueda, se realice al mismo tiempo. De este modo se garantiza una afirmación relativamente segura acerca de la aptitud de los neumáticos de todo el vehículo para un funcionamiento en invierno.

10 Además, es preferible que la inspección se realice mientras el vehículo se está moviendo sobre el dispositivo de irradiación o el dispositivo de detección de rayos. Esto tiene la ventaja de que la rueda o las ruedas no se tienen que desmontar del vehículo o no se tiene que interrumpir el flujo de tráfico en curso.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se explica mediante formas de realización en conexión con las figuras, en las que:

- 15 La figura 1 muestra una vista lateral esquemática de una primera forma de realización de acuerdo con la invención;
- La figura 2 muestra una vista lateral esquemática de una segunda forma de realización de acuerdo con la invención;
- La figura 3 muestra una vista lateral esquemática de una tercera forma de realización de acuerdo con la invención;
- 20 La figura 4 muestra una vista esquemática desde arriba de una cuarta forma de realización de acuerdo con la invención;
- La figura 5 muestra una vista en sección de un perfil de superficie de rodadura típico;
- La figura 6 muestra una vista en sección de un perfil de superficie de rodadura típico de un neumático de verano;
- 25 La figura 7 muestra una vista en sección de un perfil de superficie de rodadura típico de un neumático de invierno o para todo el año;
- La figura 8a muestra una vista en sección de un perfil de superficie de rodadura típico en una representación de imagen de escala de grises;
- 30 La figura 8b muestra la vista en sección del perfil de superficie de rodadura de la figura 9a tras una operación de valor umbral;
- La figura 8c muestra la vista en sección del perfil de superficie de rodadura de la figura 9b con características de análisis dibujadas;
- La figura 9 muestra una vista en sección de un perfil de superficie de rodadura típico de un neumático no adecuado para el funcionamiento en invierno.

### 35 Formas de realización de la invención

La figura 1 muestra una vista lateral esquemática de un automóvil 10 representado sólo en parte que se está desplazando con una rueda delantera 20, que está compuesta por una llanta 30 y un neumático 40, sobre una abertura 60 dispuesta en una superficie de calzada 50. En el ejemplo representado, la abertura 60 está cerrada con una placa 70 que forma parte de una carcasa 80 que está representada con líneas discontinuas, ya que está empotrada en la calzada 50 y, por tanto, no es visible. Para proporcionar una mejor comprensión, la carcasa 80 está representada de manera sobredimensionada con respecto al vehículo 10, pudiendo tener en realidad unas proporciones fundamentalmente más pequeñas. Asimismo, la placa 70 no tiene que tener el tamaño mostrado en la figura 1, sino que puede tener un formato más pequeño, tal como aún se explicará más adelante.

45 En la carcasa 80 se encuentra un dispositivo de irradiación 90 que irradia radiación electromagnética en la dirección hacia la superficie de contacto de neumático 100 del neumático 40 sobre la placa 70. La radiación, que se indica

mediante una flecha 110, no tiene que ser coherente y, por ejemplo, con respecto a la frecuencia también puede estar situada en la zona de infrarrojos o en la zona óptica. La placa 70 es de un material que deja pasar la radiación fundamentalmente de manera no falsificada.

5 Además, en la carcasa 80 está dispuesto un dispositivo de detección de rayos 120 de modo que detecta la radiación reflejada por la superficie de contacto de neumático 100, que se indica mediante una flecha 130. De manera correspondiente a la radiación detectada, una o varias señales se transmiten a un dispositivo de procesamiento de datos 140 en la carcasa 80 y se procesan allí, tal como aún se explicará más adelante. Un resultado del procesamiento de señales se transmite a un dispositivo de emisión 150 que en el ejemplo representado está  
10 dispuesto por encima de la calzada 50. A este respecto es concebible también que una señal de resultado también se transmite de manera inalámbrica, lo que se indica mediante la línea discontinua 160, al dispositivo de emisión 150, concretamente mediante emisores/receptores (no representados en este caso). Sin embargo, también es concebible que la señal de resultado se transmite al interior del vehículo 10, de modo que el conductor puede tomar nota de la información.

15 El dispositivo de procesamiento de datos 140 no sólo procesa las señales detectadas, sino que también controla la interacción del dispositivo de irradiación 90, del dispositivo de detección de rayos 120 y del dispositivo de emisión 150. También es concebible que el dispositivo de irradiación 90, el dispositivo de detección de rayos 120 y el dispositivo de procesamiento de datos 140 estén configurados de manera integral conjuntamente. En el ejemplo representado están representados por separado para proporcionar una mejor comprensión.

20 El procedimiento para la inspección óptica automática del perfil de superficie de rodadura o de la superficie de contacto de neumático 100 se explicará más adelante. Cabe señalar en este punto que los componentes descritos anteriormente, por ejemplo, pueden estar dispuestos en el inicio de una carretera de puerto de montaña para revisar vehículos con respecto a la aptitud invernal en cuanto a sus neumáticos. A este respecto, la revisión se realiza al pasar, por decirlo así, es decir, sin que el vehículo 10 tenga que parar, de modo que el tráfico fluido fundamentalmente no se ve alterado.

25 Sin embargo, el procedimiento descrito aquí para la inspección de los neumáticos no debe sustituir la ejecución de las disposiciones legales con respecto a un uso prescrito de neumáticos correspondientes en condiciones climatológicas invernales, sino proporcionar una valoración con respecto a la aptitud técnica de los neumáticos para condiciones climatológicas correspondientes, por ejemplo, en invierno, y señalar este estado al conductor o a los conductores con neumáticos no adecuados para las respectivas condiciones para evitar situaciones peligrosas para  
30 el conductor. Es decir, no se comprueba la existencia de un "símbolo de copito de nieve" o de las letras "M+S" dispuestos normalmente en neumáticos de invierno sobre el flanco del neumático que están prescritos por ley en el caso de una situación climatológica correspondiente, pero no garantizan necesariamente una aptitud en el caso de una situación climatológica correspondiente, por ejemplo, cuando el perfil de superficie de rodadura está desgastado correspondientemente. Por lo demás, la aplicación de estas identificaciones se realiza a discreción de los fabricantes  
35 de neumáticos. En cambio, una inspección de los perfiles de superficie de rodadura, tal como se propone aquí, es fundamentalmente más relevante en relación con una aptitud en el caso de condiciones de carretera (invernales) correspondientes.

40 Por este motivo es concebible que el dispositivo de procesamiento de datos 140 y/o el dispositivo de emisión 150 también puedan recibir informaciones de estado de carretera actuales correspondientes que pueden entrar en la valoración de la aptitud con respecto a la situación climatológica de unos neumáticos, ya que, por ejemplo, en función de la situación climatológica, en invierno no son necesariamente necesarios neumáticos de invierno o, a la inversa, también serían necesarios en verano neumáticos de invierno o neumáticos con un perfil correspondiente para el tránsito, por ejemplo, de una carretera de montaña.

45 La figura 2 muestra una forma de realización adicional en una vista lateral esquemática. A este respecto, al igual que en la descripción adicional, los mismos números de referencia designarán los mismos componentes.

La diferencia con respecto a la forma de realización representada en la figura 1 consiste en que en la carcasa 80 están dispuestos dos dispositivos de irradiación 90, 91 y dos dispositivos de detección 120, 121. Adicionalmente, al igual que en la forma de realización anterior, en la carcasa 80 existe un dispositivo de procesamiento de datos 140 que está acoplado con los dispositivos de irradiación 90, 91 y los dispositivos de detección 120, 121 mediante líneas  
50 de conexión correspondientes.

Los dispositivos de irradiación 90, 91 se diferencian en que irradian o iluminan la superficie de contacto de neumático 100 en diferentes ángulos. Una iluminación de la superficie de contacto de neumático 100 en diferentes ángulos puede ser ventajosa para la determinación del perfil de superficie de rodadura del neumático 40 y puede servir para una mayor precisión en la determinación del perfil. A los dispositivos de irradiación 90, 91 están  
55 asignados en cada caso dispositivos de detección 120, 121, concretamente de manera correspondiente a los ángulos de reflexión de las radiaciones 130, 131 reflejadas.

De manera análoga a la estructura mostrada en la figura 1, en la superficie de calzada 50 está dispuesta una placa 70 que forma parte de la carcasa 80. De nuevo, la placa 70 está formada a partir de un material transparente para los rayos 110, 111 o 120, 121 que también es lo suficientemente robusto, de modo que el vehículo 10 se puede desplazar sobre la misma.

5 Además, de manera análoga a la estructura mostrada en la figura 1, el dispositivo de procesamiento de datos 140 está acoplado con un dispositivo de emisión 150 que emite un resultado de evaluación con respecto a la aptitud requerida del perfil de superficie de rodadura. El resultado de evaluación se puede emitir tanto de manera óptica como de manera acústica, pudiendo encontrarse el dispositivo de emisión 150 también dentro del vehículo 10, de modo que puede ser percibido por el conductor.

10 Cabe señalar además que las radiaciones emitidas por los dispositivos de irradiación 90, 91 también pueden tener diferentes frecuencias, por ejemplo, en el intervalo de frecuencia infrarrojo y en el intervalo de frecuencia óptico, según qué propiedades del perfil de superficie de rodadura se deben determinar. A este respecto, las radiaciones también se pueden emitir de manera independiente temporalmente entre sí o pueden tener una relación temporal controlada por el dispositivo de procesamiento de datos 140 entre sí, por ejemplo, en un intervalo temporal breve  
15 unas de otras.

Sin embargo, también es concebible que los dispositivos de irradiación 90, 91 sean fundamentalmente idénticos, al igual que los dispositivos de detección 120, 121, y, tal como ya se mencionó anteriormente, sólo se diferencian por el ángulo diferente con respecto a la superficie de contacto de neumático 100 o el perfil de superficie de rodadura del neumático 40.

20 La figura 3 muestra una forma de realización adicional que se diferencia de las formas de realización representadas en las figuras 1 y 2 por que la placa 70 está dispuesta en este caso sobre la superficie de calzada 50, concretamente en forma de un umbral, sobre el que, sin embargo, puede pasar el vehículo 10, aunque con una velocidad reducida en comparación con las formas de realización mostradas en las figuras 1 y 2. Preferiblemente, la altura de la placa 70 no asciende a más de 70 mm. En esta forma de realización, el conductor nota que pasaría por un obstáculo  
25 debido a la altura de la placa 70 y, por consiguiente, reduce la velocidad de desplazamiento.

La figura 4 muestra una vista desde arriba de un vehículo 10 representado de manera esquemática con ruedas delanteras 20, 20 y ruedas traseras 21, 21, moviéndose el vehículo 10 en la dirección de la flecha 165. Además, se representan dos placas 70, 70 dispuestas en o sobre la superficie de calzada 50 que pueden estar configuradas según una de las formas de realización representadas en las figuras 1 a 3. No están representados en cada caso los  
30 dispositivos de irradiación, los dispositivos de detección de rayos o los dispositivos de procesamiento de datos dispuestos por debajo de las placas 70, 70.

Mediante la figura 4 se pretende mostrar que los perfiles de superficie de rodadura de ambas ruedas delanteras 20, 20 se inspeccionan al mismo tiempo cuando el vehículo 10 pasa por encima de las placas 70. Tal como se puede apreciar, las placas 70, 70 están dispuestas de modo que después de las ruedas delanteras 20, 20 también se  
35 inspeccionan las ruedas traseras 21, 21 cuando el vehículo 10 se mueve en la dirección de la flecha 165.

Opcionalmente también pueden existir placas 71, 71 (representadas con líneas discontinuas) con dispositivos de irradiación, dispositivos de detección de rayos o dispositivos de procesamiento de datos dispuestos de manera correspondiente por debajo de las mismas, de modo que los perfiles de superficie de rodadura de las ruedas traseras 21, 21 se pueden inspeccionar junto con los perfiles de superficie de rodadura de las ruedas delanteras 20,  
40 20. A la representación de un dispositivo de emisión correspondiente se prescindió en este caso.

Preferiblemente, las placas 70, 70 o 71, 71 tienen un ancho, es decir, de manera transversal a la dirección de movimiento del vehículo 10, de al menos 700 mm, estando los dispositivos de irradiación o los dispositivos de detección de rayos que se encuentran por debajo de las mismas diseñados de modo que todo el ancho de las  
45 placas 70, 70, 71, 71 se puede usar para la inspección. En el caso de un ancho de detección de al menos 700 mm está asegurado que se puede detectar el mayor número posible de clases de vehículo desde un automóvil pequeño hasta un camión ligero.

Para garantizar que todos los neumáticos se pueden detectar en todos los vehículos a inspeccionar, dispositivos de conducción pueden asegurar de que todos los vehículos se desplazan sobre las placas o los dispositivos de captura de imágenes.

50 La figura 5 muestra de manera esquemática una imagen ejemplar de un neumático de invierno o para todo el año que se ha captado con los dispositivos de detección o de captura de imágenes anteriormente descritos. A este respecto, en particular se pueden apreciar unos denominados bloques, estando representados en la figura 5 a modo de ejemplo dos bloques 170, 180 con un contorno en negrita. Estos bloques existen típicamente en neumáticos de invierno o para todo el año y sirven para aumentar la tracción.

La figura 6 muestra de manera esquemática una imagen ejemplar de un neumático de verano que se ha captado con los dispositivos de detección o de captura de imágenes anteriormente descritos. A este respecto, en particular se pueden apreciar estructuras longitudinales continuas, estando marcadas en la figura 6 a modo de ejemplo estructuras longitudinales 190, 200, 210, 220 con un contorno en negrita. Estas estructuras longitudinales son típicas de neumáticos de verano y sirven para mejorar la conducción transversal y conseguir una marcha recta más estable. Por regla general, estas estructuras longitudinales están dispuestas de manera asimétrica, por lo que resulta un sentido de giro establecido de los neumáticos.

La figura 7 muestra de nuevo de manera esquemática una imagen ejemplar de un neumático de invierno o para todo el año que se ha captado con los dispositivos de detección o de captura de imágenes anteriormente mencionados. A este respecto, a diferencia de la figura 5, están dispuestas en los bloques unas denominadas láminas que en la figura 7 están designadas a modo de ejemplo para un bloque en cada caso con los números de referencia 230. Estas láminas se extienden de manera transversal al sentido de giro y mejoran la tracción sobre nieve y hielo, es decir, se "clavan" en el subsuelo.

Las figuras 8a a 8c muestran en cada caso un detalle de una imagen de un perfil de superficie de rodadura que se captó originalmente con los dispositivos de detección o de captura de imágenes anteriormente descritos, estando mostradas en las figuras 8a a 8c en cada caso representaciones modificadas por el dispositivo de procesamiento de datos a las que se recurre para una inspección del perfil de superficie de rodadura examinado.

La figura 8a muestra una imagen de escala de grises del perfil de superficie de rodadura a la que se puede recurrir para la medición de la profundidad de perfil. A este respecto, para la captura de una imagen de este tipo se puede realizar la iluminación (o irradiación) de la superficie de contacto de neumático de manera múltiple, también en diferentes ángulos (véase la figura 2), para así conseguir una proyección de sombra clara de los surcos de perfil, que está caracterizada mediante rayado cruzado con los números de referencia 240 a 270. El ancho de la proyección de sombra refleja la profundidad de perfil que, por ejemplo, en la figura 8a se puede distinguir mediante la proyección de sombra 250, equivaliendo la profundidad de perfil a un recorrido, que en la figura 8a está designado con una flecha doble 251, en la dirección horizontal dentro de la superficie con rayado cruzado, concretamente desde la superficie de límite de la superficie no rayada 251 que equivale a la circunferencia más exterior del neumático, hasta la superficie de límite de la superficie con rayado simple 280 que, por decirlo así, equivale a la base del neumático.

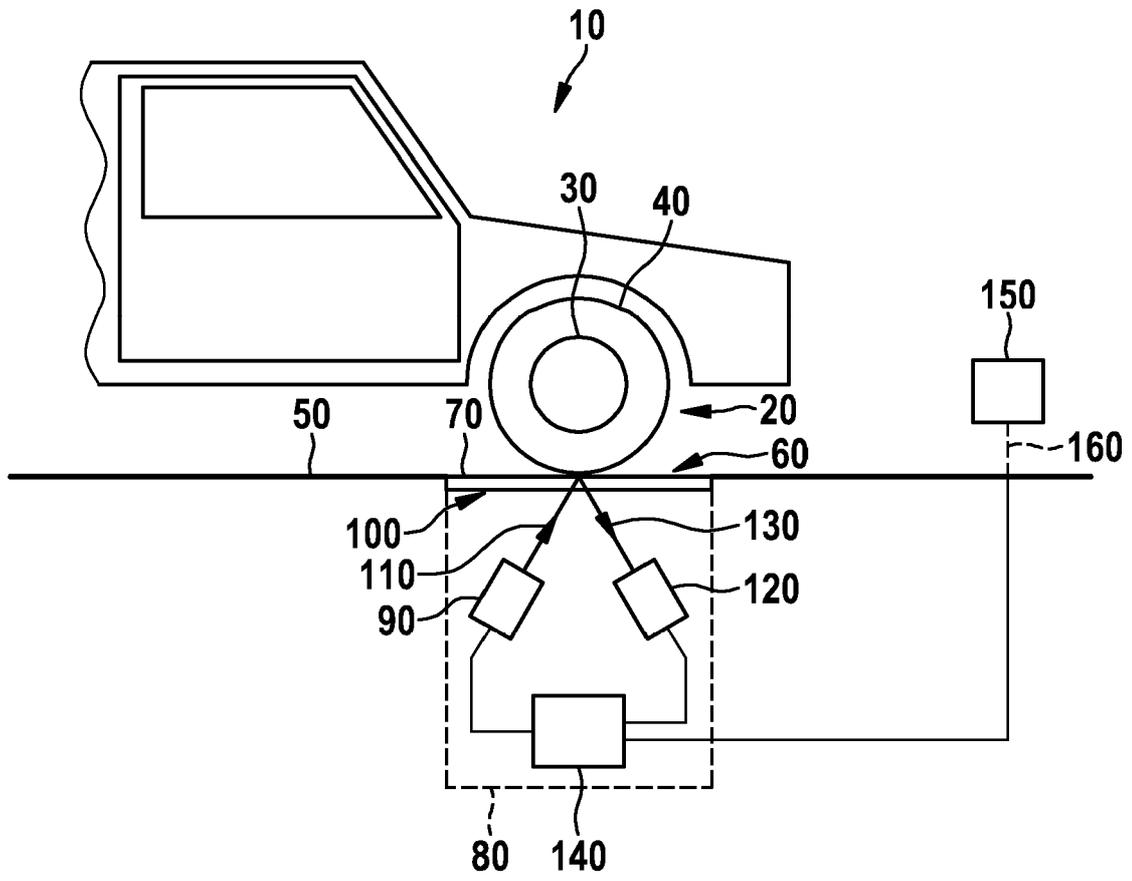
La figura 8b muestra una imagen del mismo detalle de la figura 8a, aunque tras una operación de valor umbral realizada en el dispositivo de procesamiento de datos. A este respecto se puede apreciar que ya no se pueden apreciar detalles que en la figura 8a estaban designados mediante superficies con rayado cruzado o rayado simple, sino sólo superficies blancas o superficies punteadas (el tipo de la representación es arbitrario a este respecto). En particular, la ranura de perfil 280 (véase la figura 8a) ya no se puede apreciar. Una solución sería un solapamiento con una o varias capturas adicionales en cada caso con una iluminación desde diferentes direcciones.

La figura 8c muestra una imagen del mismo detalle de la figura 8b, aunque con flechas o trayectorias 290 verticales, siendo el hecho de que estas trayectorias 290 no estén interrumpidas por surcos un indicio de la existencia de nervaduras, de lo que se puede concluir de manera unívoca la imagen de un perfil de neumático de verano.

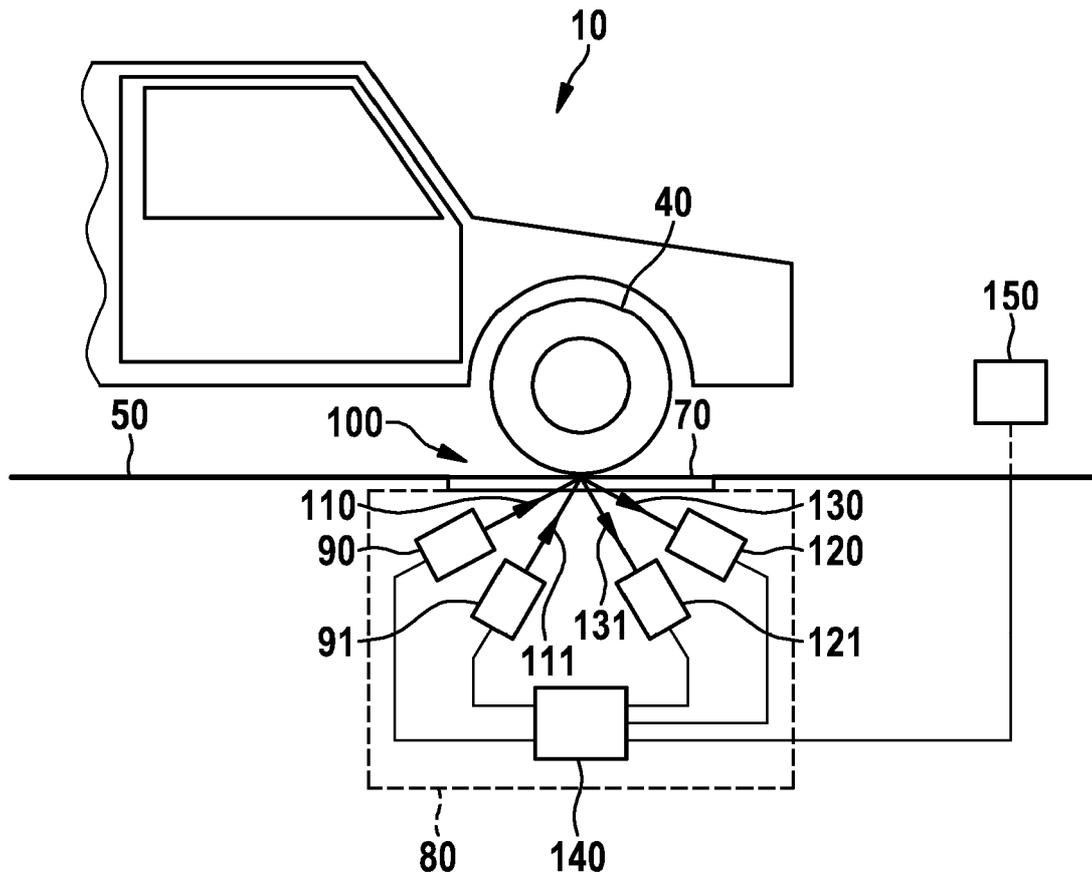
La figura 9 muestra finalmente un detalle de una imagen de un perfil de superficie de rodadura en el que no se pueden distinguir ni nervaduras ni láminas, de modo que no es posible una asignación unívoca a neumáticos de invierno o de verano a partir de la imagen. Se podría tratar de un neumático de verano con un perfil de bloque puro o de un neumático de invierno desgastado en el que ya no existen las láminas típicas. Sin embargo, en ambos casos, el perfil ya no es adecuado para un funcionamiento en invierno debido a estos resultados. Sólo la medición de una profundidad de perfil suficiente aún podría justificar una aptitud para un funcionamiento en invierno.

**REIVINDICACIONES**

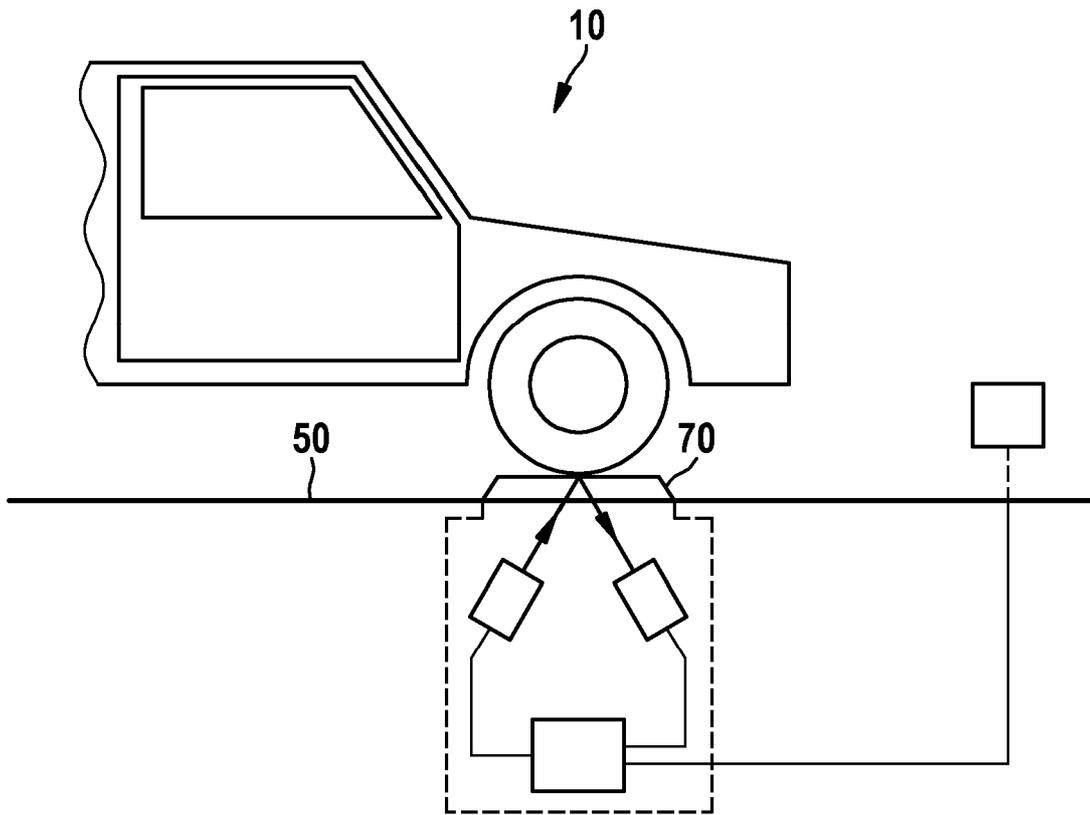
1. Procedimiento para la inspección óptica automática de un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda (20; 21) de un vehículo (10) que comprende las siguientes etapas:
- 5 - irradiar al menos un tramo del perfil de superficie de rodadura con radiación (110; 111) de al menos un dispositivo de irradiación (90; 91);
  - detectar la radiación (130; 131) reflejada por el perfil de superficie de rodadura con al menos un dispositivo de detección de rayos (120;121);
  - procesar la radiación (130;131) reflejada con un dispositivo de procesamiento de datos (140); y
  - 10 - emitir un resultado de evaluación con respecto a una estructura bidimensional y/o tridimensional del perfil de superficie de rodadura en relación con una aptitud para condiciones invernales de carretera;
- caracterizado por que mediante la irradiación del al menos un tramo del perfil de superficie de rodadura se genera una proyección de sombra de los surcos de perfil, y por que a partir del ancho de la proyección de sombra se determina una profundidad de perfil.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la radiación del al menos un dispositivo de irradiación (90; 91) irradia radiación electromagnética no coherente, preferiblemente en el rango visible.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el al menos un dispositivo de irradiación (90; 91) irradia el perfil de superficie de rodadura de manera alterna desde diferentes direcciones.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el perfil de superficie de rodadura se irradia mediante diferentes dispositivos de irradiación (90; 91) en cada caso con diferentes radiaciones al mismo tiempo, y en el que las diferentes radiaciones se detectan en cada caso mediante diferentes dispositivos de detección de rayos (120; 121).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de procesar la radiación reflejada comprende una evaluación de análisis de imagen, preferiblemente un análisis de escala de grises, con cuya ayuda se determina una estructura del perfil de superficie de rodadura y/o una profundidad de perfil.
- 25 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de irradiación (90; 91) y/o el dispositivo de detección de rayos (120; 121) están dispuestos fundamentalmente en o sobre o por debajo de la superficie de calzada (50).
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la inspección del respectivo perfil de superficie de rodadura en al menos dos ruedas de un eje de rueda del vehículo, preferiblemente en varios ejes de rueda, se realiza al mismo tiempo.
- 30 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la inspección se realiza mientras el vehículo (10) se mueve sobre el dispositivo de irradiación (90; 91) o el dispositivo de detección de rayos (120; 121).
9. Sistema para la inspección óptica automática de un perfil de superficie de rodadura de al menos una rueda (20; 21) de un vehículo (10), que comprende
- 35 - al menos un dispositivo de irradiación (90; 91) para la emisión de una radiación (110; 111);
  - al menos un dispositivo de detección de rayos (120; 121) para la detección de la radiación (130; 131) reflejada por el perfil de superficie de rodadura;
  - un dispositivo de procesamiento de datos (140) para procesar la radiación (130; 131) reflejada; y
  - 40 - un dispositivo de emisión (150) para la emisión de un resultado de evaluación con respecto a una estructura bidimensional y/o tridimensional del perfil de superficie de rodadura en relación con una aptitud para condiciones invernales de carretera,
- caracterizado por que mediante el dispositivo de procesamiento de datos (140) se puede determinar una profundidad de perfil a partir del ancho de una proyección de sombra de los surcos de perfil.
- 45



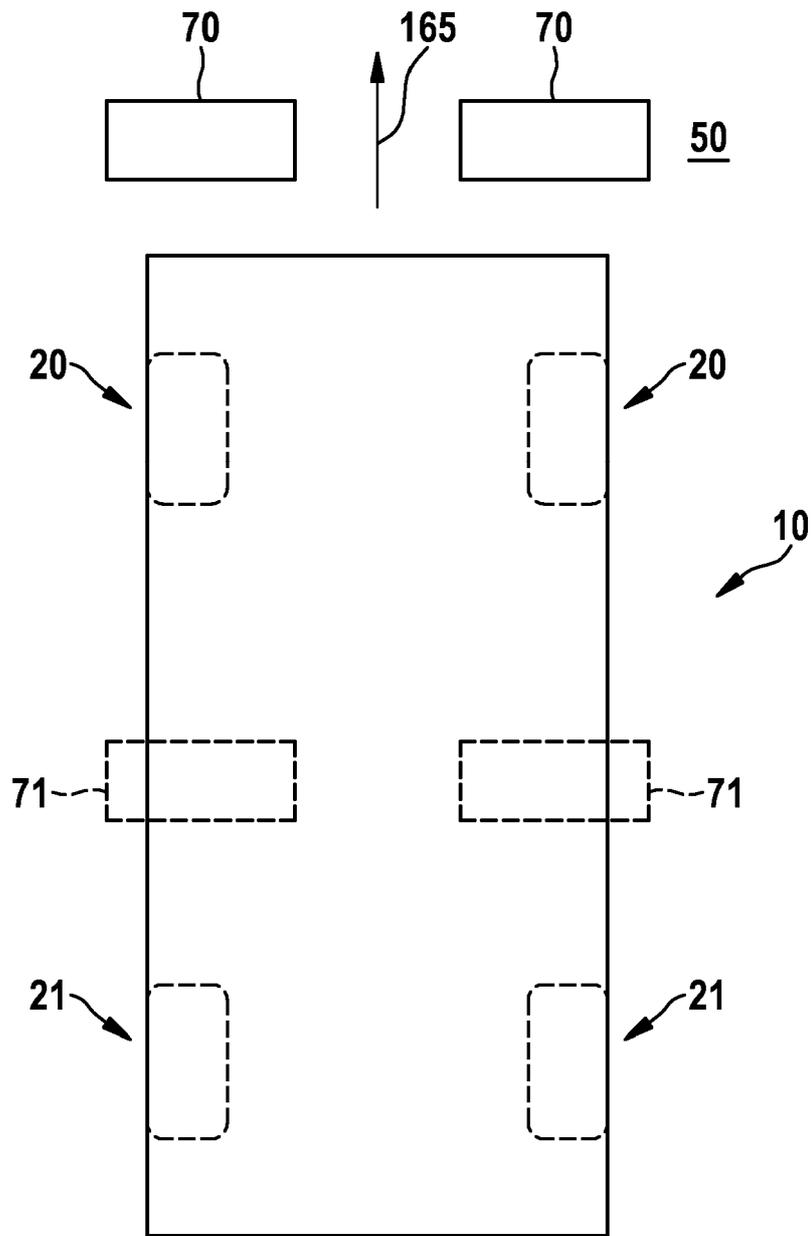
**Fig. 1**



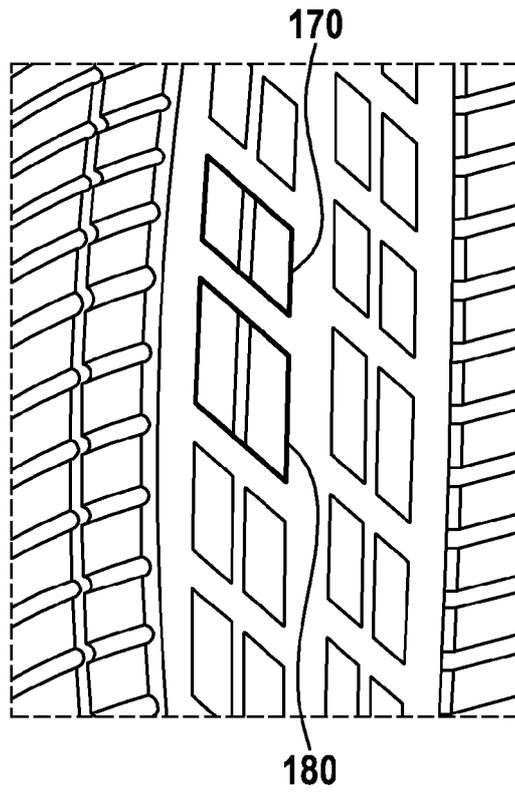
**Fig. 2**



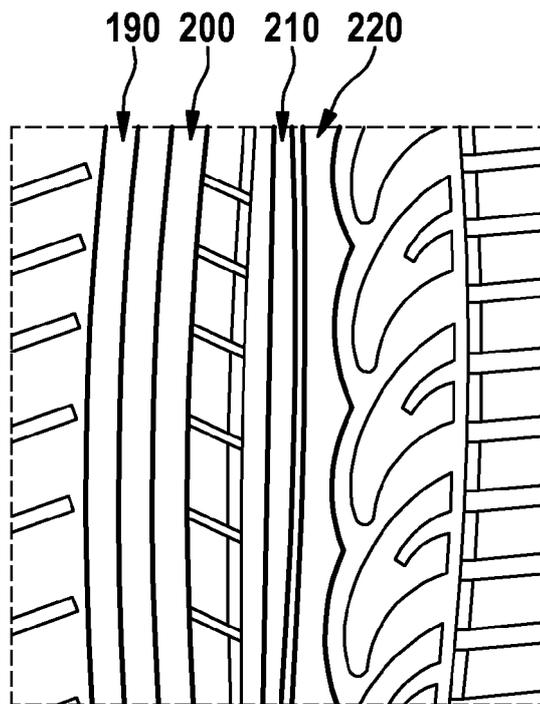
**Fig. 3**



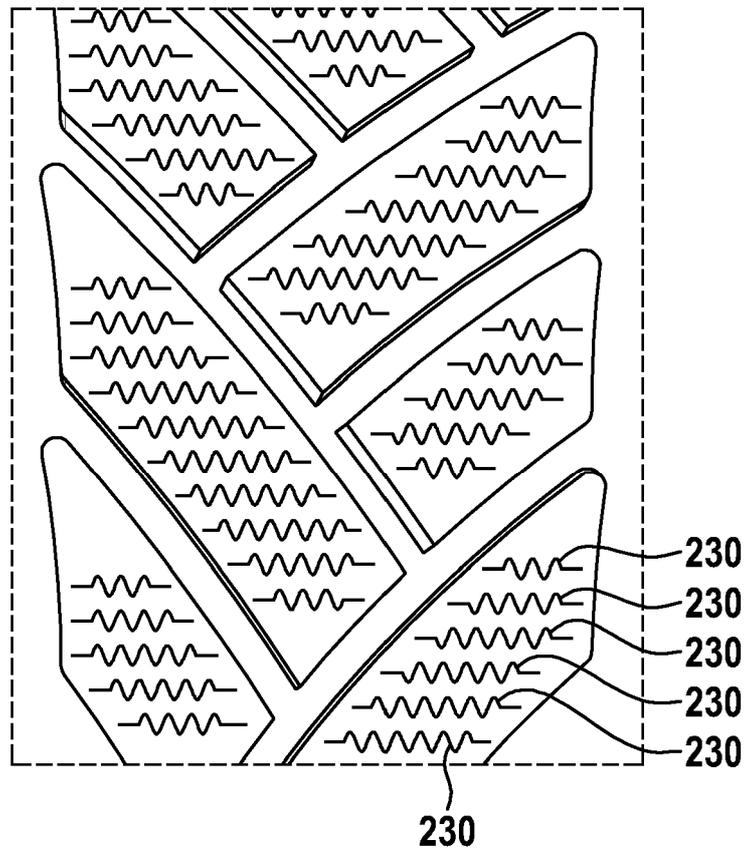
**Fig. 4**



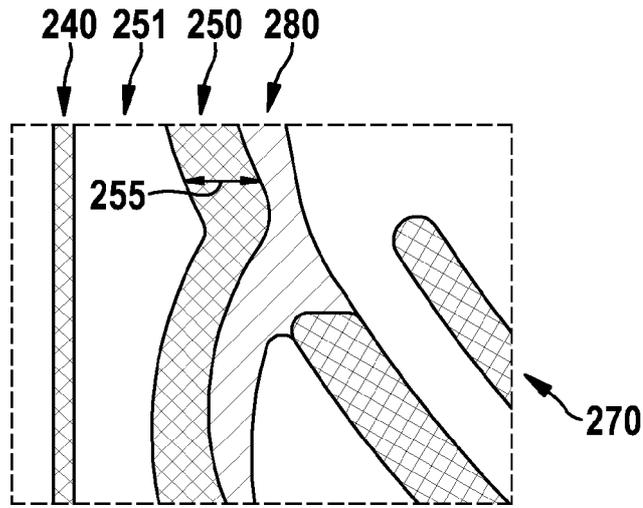
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



260 Fig. 8a

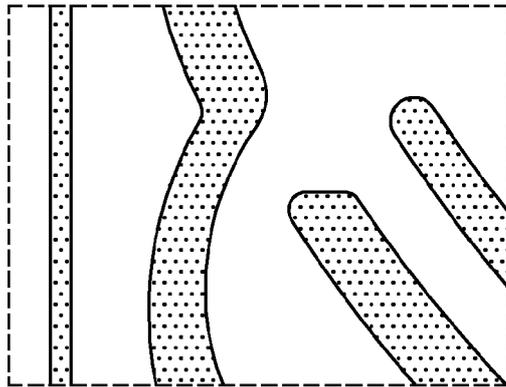


Fig. 8b

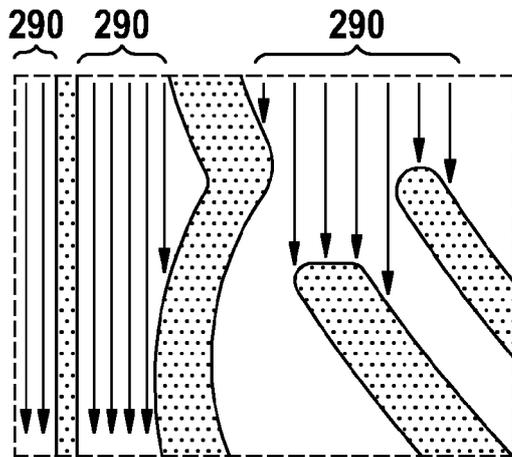
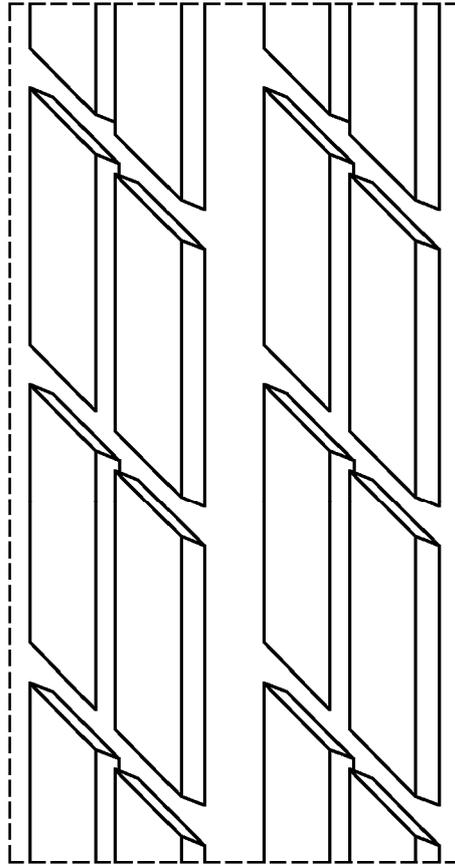


Fig. 8c



**Fig. 9**