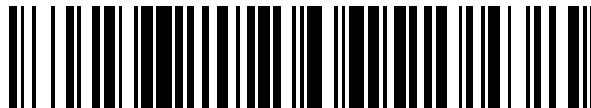


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 960**

51 Int. Cl.:

G01B 11/22 (2006.01)

G01B 11/245 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2010 PCT/GB2010/000377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.09.2010 WO10100417**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2010 E 10707636 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2404136**

54 Título: **Medición de neumático de vehículo**

30 Prioridad:

03.03.2009 GB 0903689

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

13.03.2018

73 Titular/es:

**SIGMAVISION LIMITED (100.0%)
Centre for Innovation and Enterprise Begbroke
Science Park Sandy Lane Yarnton
Oxfordshire OX5 1PF, GB**

72 Inventor/es:

**PRYCE, ANDREW, WILLIAM y
GUSTAFSSON, BJÖRN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 658 960 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

Medición de neumático de vehículo

5 Esta invención se refiere a la evaluación óptica de neumáticos de vehículo, en particular, pero no de forma exclusiva, para determinar una medida de la profundidad de la banda de rodadura.

10 Los neumáticos para vehículos de carretera suelen estar provistos de un complejo patrón de hendiduras, conocido como rodadura, para desplazar agua desde entre el neumático y una superficie de la carretera con el fin de mejorar la tracción en condiciones húmedas. Dada la importancia de la seguridad de la banda de rodadura, las leyes nacionales normalmente exigen profundidades de rodadura mínimas para los neumáticos de vehículos de carretera. Por ejemplo, los neumáticos de un coche doméstico en el Reino Unido tienen que tener una profundidad mínima de la rodadura de 1,6 mm en una banda continua a lo largo del 75 % central del ancho de rodadura y alrededor de la circunferencia completa del neumático. Los vehículos de más peso en el Reino Unido tienen requisitos similares, pero hasta una profundidad mínima de 1 mm.

15 Sin embargo, la profundidad de rodadura es difícil de medir con precisión. Frecuentemente, solo puede realizarse una inspección visual cualitativa poco fiable. Cuantitativamente, puede utilizarse una galga de profundidad manual, que comprenda un simple émbolo dirigido deslizante para determinar una profundidad de rodadura aproximada en un único punto sobre la superficie del neumático. Los dispositivos manuales de este tipo presentan una gran variación en las lecturas de un operario a otro, y no pueden utilizarse de forma viable para determinar la profundidad de rodadura a través y alrededor de gran parte de la superficie rodante del neumático.

20 La compra y el ajuste de neumáticos de repuesto pueden constituir parte importante del coste total de la utilización de un vehículo, por lo que un repuesto adelantado puede verse como un derroche. Esto es especialmente cierto para los operadores de flota, tales como una empresa de autobuses y de transporte, que tienen grandes cantidades de neumáticos que reponer al año. En cambio, seguir utilizando neumáticos que no cumplan los requisitos de rodadura mínimos desde un punto legal o comercial puede ser ilegal y puede poner en peligro la seguridad del vehículo. De esta manera, es necesario un sistema para supervisar fácilmente el desgaste de un neumático. Dado que quitar la rueda de un vehículo es una operación que requiere mucho tiempo, es conveniente que pueda realizarse una profundidad de rodadura *in situ* (es decir, con el neumático todavía en el vehículo). Tener que conducir el vehículo sobre una "carretera rodante" en un garaje o cochera suele ser poco conveniente debido a que requiere mucho tiempo (requiriendo posiblemente tanto un conductor como un ayudante) y gran cantidad de espacio.

25 Más bien, es conveniente un aparato portátil para la medición *in situ*, que pueda utilizar un único operario en vehículos inmóviles para una inspección exhaustiva de la superficie del neumático del vehículo. De esta manera, no hace falta espacio adicional en un garaje o cochera, y los vehículos pueden aparcarse de forma eficiente, y se puede dejar salir a los conductores, antes de que comience la supervisión de los neumáticos.

30 El documento US 5895845 (Buerger) describe un dispositivo móvil para medir la profundidad de rodadura de un neumático en un único punto. El dispositivo se dispone de manera que pueda deslizarse manualmente a través de una única línea a lo ancho del neumático en la dirección axial. Sin embargo, examinar solo a lo largo de una única línea no detectará un desgaste excesivo ni puntos lisos irregulares sobre la superficie del neumático; ni puede proporcionar información para comprobar que la rodadura forma una banda continua alrededor de la circunferencia del neumático. Dado que en la práctica el desgaste del neumático no suele ser circunferencialmente uniforme, esta es una deficiencia importante cuando hace falta una inspección exhaustiva del neumático. Este dispositivo no es capaz de confirmar el cumplimiento de los requisitos mínimos de rodadura legales con un alto grado de confianza.

35 El documento US 6789416 (Tracy et al.) también enseña un dispositivo para medir un perfil de banda de rodadura examinando automáticamente un punto de láser a través de una línea a lo ancho del neumático en la dirección axial. Por lo tanto, en este sentido presenta las mismas deficiencias que el dispositivo del documento US 5895845. Además, emplea una correa dentada motorizada para mover un telémetro a lo largo de la longitud de una varilla mientras se está tomando la medición. Basarse en partes móviles no es conveniente.

40 El documento US 5987978 (Whitehead) describe un dispositivo portátil provisto de rodillos guía que permiten que el dispositivo se enrolle alrededor de la circunferencia del neumático, y que tiene un espejo segmentado inclinado, con un perfil de diente de sierra, que abarca el ancho del neumático, para que luz procedente de una única fuente de luz situada lejos del neumático pueda dirigirse hacia el neumático. Sin embargo, el Solicitante ha calculado que, para transferir una cantidad de luz útil a la superficie del neumático, dicha disposición de espejo tendría que inclinarse cerca de 45 grados y, por tanto, resultaría en un dispositivo al menos tan alto como el ancho del neumático, lo que lo haría complicado de manejar y demasiado grande para encajar en el espacio entre la superficie del neumático y el arco de rueda de un vehículo típico (un espacio de, generalmente, hasta 100 mm en lugares para un vehículo comercial). En ángulos más planos, tal como se sugiere en los dibujos, el espejo segmentado solo dirigiría una línea de puntos de luz a la superficie del neumático en lugar de una línea de luz continua, dando así poca cobertura del ancho total de la superficie rodante del neumático.

La presente invención proporciona un aparato para medir la rodadura de un neumático en un vehículo que comprende:

5 una pluralidad de medios de emisión de luz dispuestos para emitir respectivas hojas de luz coplanares;
 un primer medio reflectante dispuesto para reflejar luz desde los medios de emisión de luz a la superficie rodante del neumático;
 medios de captación de imágenes dispuestos para captar la imagen de una zona de la superficie rodante del neumático;
 10 y un segundo medio reflectante dispuesto para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia los medios de captación de imágenes;
 en el que dicho primer medio reflectante comprende dos o más espejos dispuestos para cooperar para reflejar luz desde los medios de emisión de luz a la superficie rodante del neumático y/o dicho segundo medio reflectante comprende dos o más espejos dispuestos para cooperar para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia los medios de captación de imágenes;
 15 en el que los medios de emisión de luz se disponen para proyectar respectivos segmentos de línea de manera que un extremo de cada segmento de línea contacte o se solape con el extremo de un segmento de línea adyacente, formando así una línea prolongada de luz a través del neumático desde la perspectiva de un punto en el plano de las hojas de luz.

20 La invención se extiende a un método de medir la rodadura de un neumático en un vehículo que comprende:

emitir respectivas hojas de luz coplanares desde una pluralidad de medios de emisión de luz;
 utilizar un primer medio reflectante para reflejar luz desde los medios de emisión de luz a la superficie rodante del neumático;
 25 utilizar un segundo medio reflectante para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia medios de captación de imágenes; y
 captar la imagen de una zona de la superficie rodante del neumático;
 en el que dicho primer medio reflectante comprende dos o más espejos dispuestos para cooperar para reflejar luz desde los medios de emisión de luz a la superficie rodante del neumático y/o dicho segundo medio reflectante comprende dos o más espejos dispuestos para cooperar para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia los medios de captación de imágenes;
 30 en el que los medios de emisión de luz proyectan respectivos segmentos de línea de manera que un extremo de cada segmento de línea contacte o se solape con el extremo de un segmento de línea adyacente, formando así una línea prolongada de luz a través del neumático desde la perspectiva de un punto en el plano de las hojas de luz.
 35

En el presente documento también se desvela con fines de referencia un sistema para realizar una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalado sobre el eje de un vehículo, teniendo el sistema una unidad sensora portátil que comprende:

40 medios de emisión de luz dispuestos para proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie rodante del neumático;
 un primer y segundo medio de captación de imágenes dispuestos durante el funcionamiento para captar la imagen de respectivas primera y segunda zonas de la superficie rodante del neumático, prolongándose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona; y
 45 medios de acoplamiento de neumáticos dispuestos para colocar la unidad sensora durante el funcionamiento contra el neumático de manera que el segundo medio de captación de imágenes se encuentre más lejos de la pared lateral interna del neumático que el primer medio de captación de imágenes,

50 comprendiendo el sistema además medios de procesamiento dispuestos para recibir datos desde dicho primer y segundo medio de captación de imágenes y para procesar dichos datos para realizar dicha medición de la rodadura.

Asimismo, en el presente documento se desvela, con fines de referencia, una unidad sensora portátil para su uso en la realización de una medición de la rodadura de un neumático montada sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, comprendiendo la unidad sensora:

55 medios de emisión de luz dispuestos para proyectar un patrón de luz alargado a la superficie rodante del neumático;
 un primer y segundo medio de captación de imágenes dispuestos durante el funcionamiento para captar la imagen de respectivas primera y segunda zonas de la superficie rodante del neumático, extendiéndose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona; y
 60 medios de acoplamiento de neumáticos dispuestos para colocar la unidad sensora durante el funcionamiento contra el neumático de manera que el segundo medio de captación de imágenes se encuentre más lejos de la pared lateral interna del neumático que el primer medio de captación de imágenes.
 65

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, un método para realizar una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo que comprende:

5 situar un primer y segundo medio de captación de imágenes de manera que el segundo medio de captación de imágenes se encuentre más lejos de la pared lateral interna del neumático que el primer medio de captación de imágenes;
 10 proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie rodante del neumático; y captar la imagen de la primera y segunda zona de la superficie rodante del neumático con dicho primer y segundo medio de captación de imágenes respectivamente, prolongándose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona.

Preferentemente, el método mencionado anteriormente comprende además procesar datos de dicho primer y segundo medio de captación de imágenes para realizar una medición de la rodadura del neumático.

15 De esta manera, el experto en la materia entenderá que en un sistema o método de referencia, como se ha desvelado anteriormente, empleando más de un medio de captación de imágenes (por ejemplo, una cámara, que posiblemente comprenda espejos y/o lentes asociados adicionales), los medios de captación de imágenes se extienden a lo ancho de la superficie del neumático, teniendo cada uno en vista una zona de la superficie del neumático diferente (aunque posiblemente solapada), de manera que el campo de visión de cada cámara normalmente sea menor que todo el ancho de la superficie rodante del neumático. El uso de más de un cámara (u otros medios de captación de imágenes), permite que cada cámara se encuentre más cerca de la superficie del neumático de lo que sería posible si se utilizara una sola cámara para captar la imagen de todo el ancho del neumático, como en disposiciones anteriores conocidas. La capacidad de situar los medios de captación de imágenes más cerca de la superficie del neumático permite a una unidad sensora portátil ser suficientemente compacta como para encajar dentro del espacio entre el neumático *in situ* y el arco de la rueda del vehículo. Una unidad sensora portátil más compacta también puede traducirse en un sistema óptico más eficiente (ya que, por ejemplo, las longitudes de la trayectoria óptica pueden ser más cortas y puede que sean necesarios menos componentes ópticos), además de ser más ligera y fácil de manejar.

30 Los medios de procesamiento podrían formar parte de la unidad sensora o estar lejos de la misma. Si están lejos, podría proporcionarse una conexión por cable o preferentemente inalámbrica.

El sistema de referencia desvelado anteriormente no se limita a tener solo dos medios de captación de imágenes; puede entenderse fácilmente que el concepto se extiende a más de dos medios de captación de imágenes; por ejemplo, tres, cuatro, cinco o más medios de captación de imágenes. Estos se disponen preferentemente durante el funcionamiento para captar la imagen de respectivas zonas de la superficie rodante del neumático, estando cada zona a una distancia única de la pared lateral interna del neumático. El sistema óptico es preferentemente capaz de construir una imagen continua sin puntos ciegos comparando las imágenes de cámaras cercanas. Preferentemente los propios medios de captación de imágenes se encuentran a distancias únicas desde la pared lateral interna del neumático. En este caso, podría entenderse que la distancia desde la pared lateral interna es la distancia más corta entre el plano de la pared lateral interna del neumático (normal para el eje de la rueda) y el centro del sensor de los medios de captación de imágenes. Como alternativa, puede indicar la distancia a cualquier punto o elemento común respectivo adecuado de cada medio de captación de imágenes.

45 Preferentemente el medio de emisión de luz se encuentra, durante el funcionamiento, total o prácticamente entre el plano de la pared lateral exterior del neumático y el plano de la pared lateral interior del neumático (es decir, dentro del espacio entre el neumático y el arco de la rueda del vehículo). El medio de emisión de luz se dispone preferentemente para emitir "hojas de luz" coplanares hacia el neumático de manera que dicho patrón de luz alargado, desde la perspectiva del medio de emisión de luz, aparezca como una línea recta. Preferentemente dicha línea es paralela al eje de rotación del neumático (es decir, paralelo al eje del vehículo).

50 Se proporciona más de un medio de emisión de luz. Se prefiere (pero no es esencial) que las hojas de luz descritas anteriormente se inclinen en un ángulo a un radio del neumático intersecando dicho patrón; en particular, pueden inclinarse en un ángulo de entre 5 y 60 grados, por ejemplo, 45 grados. De esta manera, las hojas de luz preferentemente no son perpendiculares a la superficie del neumático en ningún punto dentro del patrón. En dichas realizaciones, en la medida en que el neumático no esté totalmente liso (es decir, desprovisto de cualquier rodadura), la "línea" no será recta en realidad (generalmente, ni siquiera continua) a través de la superficie del neumático, aunque así lo parezca desde la perspectiva del medio de emisión de luz. Esto se debe a que tocará un punto máximo del patrón de rodadura en una posición giratoria diferente sobre la superficie del neumático al punto en el que tocará un punto mínimo cercano del patrón de rodadura. Desde perspectivas distintas a las de la fuente de luz, dichas discontinuidades en el patrón serán generalmente visibles, y la información relativa a estas discontinuidades puede utilizarse para medir la rodadura.

65 Sin embargo, no es esencial que las hojas de luz se inclinen hacia la normal a la superficie tangencial del neumático; es decir, la luz podría dirigirse a lo largo de la normal a la superficie del neumático a un punto donde se junte con el neumático. Aunque todos los puntos del patrón estarán entonces a la misma posición giratoria sobre la superficie del

neumático, cuando las reflexiones difusas del patrón de luz se vean desde un ángulo al radio, la línea no parecerá recta (ni siquiera necesariamente continua), debido a las diversas reflexiones que se producen en diferentes distancias radiales desde el centro del neumático, por la presencia del patrón de rodadura. Dado que el caucho del neumático suele tener una superficie muy rugosa a nivel microscópico, la luz se refleja de manera principalmente difusa en muchas direcciones, y no especularmente en una dirección, permitiendo así visualizar fácilmente desde ángulos distintos al ángulo preciso de reflexión especular, permitiendo por tanto que se mida la rodadura.

La información medida en relación con la banda de rodadura podría utilizarse para una serie de diferentes propósitos. Preferentemente se utiliza para determinar la profundidad del patrón de rodadura alrededor del neumático, permitiendo así una fácil comprobación del cumplimiento de los requisitos legales, por ejemplo. Sin embargo también podría utilizarse, por ejemplo, para determinar patrones de desgaste del neumático que pueden utilizarse para determinar si los neumáticos están inflados correctamente, si la rueda está debidamente equilibrada o inclinada, si la suspensión del vehículo está desgastada, si el vehículo está siendo objeto de una conducción agresiva, o si el neumático ha sufrido cualquier daño inusual.

El medio de emisión de luz comprende preferentemente un láser. Un componente móvil puede desviar el rayo láser con el fin de trazar dicho patrón durante un periodo de tiempo, pero preferentemente es conformado por un componente de conformación de luz estático, tal como una lente cilíndrica. La unidad sensora portátil puede comprender un medio de guiado de luz para dirigir luz a la superficie del neumático o desde la misma.

El medio de guiado de luz puede comprender un único espejo dispuesto para reflejar luz desde el medio de emisión de luz sobre la superficie rodante del neumático o puede comprender dos o más espejos dispuestos para cooperar con el fin de conseguir lo anterior. Y/o el medio de guiado de luz puede comprender un único espejo para reflejar luz dispersada desde dicho patrón de luz hacia el primer o segundo medio de captación de imágenes o puede comprender al menos dos espejos dispuestos para cooperar con el fin de conseguir lo anterior.

En algunas realizaciones preferidas, la unidad sensora comprende un espejo al menos la mitad de largo que la longitud de la línea de luz prolongada; más preferentemente al menos el 90 % de la longitud de la línea prolongada; y más preferentemente la misma longitud prácticamente que la línea prolongada. En algunas realizaciones podría ser más larga que la línea prolongada. El espejo puede ser cualquier superficie reflectante adecuada, tal como chapa de metal pulido, un espejo de vidrio plateado o un espejo acrílico plateado.

El espejo es preferentemente alargado y está dispuesto para que, durante el funcionamiento, esté sustancialmente paralelo a la línea de luz prolongada. El medio de guiado de luz puede comprender dos o más espejos alargados sustancialmente paralelos dispuestos para cooperar con el fin de reflejar luz hacia la superficie del neumático y/o desde la misma. En algunas realizaciones especialmente preferidas, el medio de guiado de luz comprende tres espejos alargados paralelos; el primero dispuesto para dirigir luz desde el medio de emisión de luz a la superficie del neumático y los otros dos dispuestos para cooperar entre sí para dirigir luz desde la superficie del neumático a los medios de captación de imágenes. Preferentemente, estos tres espejos tienen todos la misma longitud que la línea de luz prolongada emitida durante el funcionamiento, y todos están preferentemente alineados de manera que sus extremos se extienden en dos planos comunes perpendiculares a sus ejes.

El solicitante ha averiguado que hay un único espejo particularmente ventajoso cuando se refleja luz desde la superficie del neumático hacia los medios de captación de imágenes ya que esto permite que la unidad sensora sea compacta, pero evita un deterioro excesivo de la señal recibida por los medios de captación de imágenes, que podría producirse de otro modo si la luz se reflejase entre múltiples superficies reflectantes.

No obstante, en algunas realizaciones, el medio de guiado de luz comprende al menos dos superficies reflectantes en el campo de visión del primer medio de captación de imágenes. La primera se dispone preferentemente para reflejar luz recibida directamente desde la superficie del neumático directamente al primer medio de captación de imágenes; la segunda se dispone preferentemente para reflejar luz recibida indirectamente desde la superficie del neumático (por ejemplo, por medio de una tercera superficie reflectante) al primer medio de captación de imágenes.

Preferentemente, la primera superficie reflectante está sustancialmente centrada dentro del campo de visión del primer medio de captación de imágenes en una dirección paralela al eje de la rueda. Preferentemente, la segunda superficie reflectante se coloca a un lado del campo de visión del primer medio de captación de imágenes en una dirección paralela al eje de la rueda. Preferentemente, una cuarta superficie reflectante se coloca de manera simétrica a la segunda superficie reflectante alrededor de un eje central en el campo de visión perpendicular al eje de la rueda, y se dispone preferentemente para reflejar luz recibida indirectamente desde la superficie del neumático (por ejemplo, por medio de una quinta superficie reflectante) directamente al primer medio de captación de imágenes.

El segundo medio de captación de imágenes puede comprender una quinta superficie reflectante (o menos) que actúe de manera similar a las descritas anteriormente con respecto al primer medio de captación de imágenes. En realizaciones que tienen una pluralidad de superficies reflectantes, puede formarse ventajosamente una serie de

dichas superficies (especialmente un par) desde un único reflector segmentado. Las superficies reflectantes son preferentemente planas, pero la totalidad o parte de ellas pueden ser curvadas.

La primera y segunda zonas pueden estar completamente separadas o pueden solaparse. Ventajosamente, la unidad sensora comprende un tercer medio de captación de imágenes dispuesto durante el funcionamiento para captar la imagen de una tercera zona de la superficie rodante del neumático. Preferentemente, para cualquier posición determinada de la unidad sensora portátil relativa al neumático, el medio de captación de imágenes y cualquier medio de guiado de luz se disponen de manera que cada medio de captación de imágenes capte la imagen de la superficie del neumático desde una única perspectiva para dicha posición.

La tercera zona consiste preferentemente en al menos una parte de la primera zona y al menos una parte de la segunda zona; en cuyo caso la imagen de la tercera zona es captada por al menos dos medios de captación de imágenes. De esta manera, se reduce la probabilidad de que la línea de luz prolongada en la tercera zona no sea captada por ninguno de los medios de captación de imágenes debido a puntos ciegos (es decir, lugares donde un saliente de la rodadura bloquee el paso de luz a cualquier medio de captación de imágenes particular). Opcionalmente la unidad sensora comprende medios para captar la imagen de uno o ambos de los hombros o paredes laterales del neumático (es decir, para recibir luz desde un punto sobre el neumático que no sea la zona de rodadura principal). Preferentemente, esto comprende una disposición de guiado de luz dispuesta para dirigir luz hacia los medios de captación de imágenes descritos anteriormente. Esta disposición de guiado de luz puede comprender uno o más espejos. Preferentemente se proporcionan dichas dos disposiciones de guiado de luz, una para cada lado del neumático. En una realización, la unidad sensora comprende dos espejos situados cerca de extremos opuestos de la unidad y dispuestos para dirigir luz desde respectivos hombros o paredes laterales del neumático a medios de captación de imágenes.

En algunas circunstancias, la información sobre la profundidad de rodadura puede determinarse desde el hombro del neumático. Sin embargo, preferentemente se utiliza la captación de imágenes del hombro y/o la pared lateral para detectar irregularidades en el neumático, tales como bultos o rasgaduras en la pared lateral. En tales casos, puede que no sea necesario que la línea de luz prolongada se prolongue más allá de la zona de rodadura. La unidad sensora puede comprender cualquier cantidad de medios de captación de imágenes; por ejemplo, dos, tres, cuatro, cinco o más. En un conjunto de realizaciones los medios de captación de imágenes se disponen de manera que cada punto de la línea prolongada pueda ser captado por al menos dos medios de captación de imágenes.

Los medios de captación de imágenes pueden comprender una línea de células fotosensibles pero preferentemente comprenden una cámara dispuesta para generar representaciones bidimensionales de una escena.

La cámara comprende preferentemente una lente de enfoque y un sensor electrónico tal como un sensor CCD o CMOS.

La unidad sensora comprende preferentemente un mango que sobresale preferentemente desde un extremo de la unidad sensora portátil y es preferentemente alargado, facilitando así la inserción, por parte de un usuario humano, de la unidad sensora portátil entre la superficie rodante del neumático in situ y un arco de la rueda del vehículo.

Preferentemente el sensor de captación de imágenes eléctrico se encuentra, durante el funcionamiento, entre el plano de la pared lateral exterior del neumático y el plano de la pared lateral interior del neumático (es decir, dentro del espacio entre el neumático y el arco de la rueda del vehículo). Esto lo consigue preferentemente la unidad sensora portátil que comprende una pluralidad de espejos dispuestos para dirigir luz a lo largo de una trayectoria desde la superficie del neumático al sensor de imagen. Para mejorar más la compacidad de la unidad sensora portátil, al menos uno de los espejos puede ser segmentado; constanding, por ejemplo, de dos o más caras reflectantes no coplanares; sin embargo, esto no es esencial.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, una unidad sensora portátil para determinar la profundidad de rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, encontrándose el neumático debajo de un arco de la rueda, en el que la unidad sensora comprende una fuente de luz, una pluralidad de espejos y un sensor de captación de imágenes electrónico, estando la fuente de luz, los espejos y el sensor de captación de imágenes dispuestos de manera que, durante el funcionamiento, la luz se desplace desde la fuente de luz hasta la superficie del neumático, y desde la superficie del neumático, por medio de uno de dichos espejos, hasta el sensor de captación de imágenes eléctrico, en el que el sensor de captación de imágenes y al menos uno de dichos espejos se encuentran, cuando la unidad está en funcionamiento, entre el neumático y el arco de la rueda.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, una unidad sensora portátil para determinar la profundidad de rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, en el que la unidad sensora comprende una fuente de luz, una pluralidad de espejos y un sensor de captación de imágenes electrónico, estando la fuente de luz, los espejos y el sensor de captación de imágenes dispuestos de manera que, durante el funcionamiento, la luz se desplace desde la fuente de luz hasta la superficie del neumático, y desde la superficie del neumático, por medio de uno de dichos espejos, hasta el sensor de captación de imágenes eléctrico, en el que el sensor de captación de imágenes y al menos uno de dichos espejos están dispuestos de

manera que, cuando la unidad está en funcionamiento, se encuentren entre los dos planos que contienen las respectivas paredes laterales del neumático.

De esta manera, a diferencia de las disposiciones previamente conocidas, la imagen de una parte de la superficie del neumático puede captarse con un sensor de captación de imágenes electrónico (por ejemplo, un sensor CCD o CMOS) situado muy cerca de la superficie del neumático. En comparación con una disposición en la que un sensor de captación de imágenes se encuentra en otro lugar, la trayectoria óptica entre la superficie del neumático y el generador de imágenes puede ser más corta, produciendo así una imagen más clara sin puntos ciegos. El sistema óptico también puede ser más sencillo, generando una imagen más clara y una unidad sensora potencialmente conformada, adaptada y ponderada de manera más conveniente.

También se desvela, con fines de referencia, un sistema que comprende dicha unidad sensora portátil de acuerdo con cualquiera de las dos disposiciones desveladas inmediatamente antes y que comprende además medios de procesamientos dispuestos para recibir información de imágenes desde dicho sensor de captación de imágenes y para procesar dicha información para realizar una medición de la rodadura del neumático. Nuevamente, los medios de procesamiento podrían estar en la unidad sensora o separados de la misma.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, un método que comprende el uso de dicho sistema. Puede que algunas paredes laterales del neumático no sean sustancialmente planas, sino curvadas. Por tanto, deberá entenderse que un plano que contenga la pared lateral significa el plano axialmente más externo que toque el neumático y sea perpendicular al eje de rotación del neumático.

Características opcionales de los sistemas y métodos desvelados anteriores también son, en su caso, características preferidas de este sistema y método. En particular, la unidad sensora portátil comprende preferentemente un primer y segundo medio de captación de imágenes, comprendiendo el primer medio de captación de imágenes el sensor de captación de imágenes electrónico mencionado anteriormente, y comprendiendo el segundo medio de captación de imágenes otro sensor de captación de imágenes electrónico. La pluralidad de espejos se dispone preferentemente de acuerdo con una o más de las configuraciones descritas anteriormente.

En cualquiera de los sistemas y métodos anteriores, hay más de un medio de emisión de luz, dispuesto para emitir respectivas hojas de luz coplanares. Ventajosamente, los medios de emisión de luz se disponen para proyectar respectivos segmentos de línea de manera que un extremo de cada segmento de línea contacte o se solape con el extremo de un segmento de línea adyacente, formando así una línea prolongada de luz a través del neumático (desde la perspectiva de un punto en el plano de las hojas de luz). En algunas realizaciones preferidas la unidad sensora portátil comprende la misma cantidad de medios de emisión de luz como medios de captación de imágenes.

Preferentemente cada medio de emisión de luz se encuentra próximo o adyacente a un correspondiente medio de captación de imágenes. De esta manera, puede considerarse que la combinación de un medio de emisión de luz y un medio de captación de imágenes forma una única unidad o módulo óptico.

Preferentemente la unidad sensora portátil comprende una pluralidad de módulos ópticos cada uno de los cuales comprende un medio de emisión de luz y un medio de captación de imágenes. En algunas realizaciones, la unidad sensora comprende un primer módulo óptico que comprende los medios de emisión de luz mencionados anteriormente y dicho primer medio de captación de imágenes, y un segundo módulo óptico que comprende otro medio de emisión de luz y dicho segundo medio de captación de imágenes.

La unidad sensora puede comprender dos, tres, cuatro o más de dichos módulos ópticos. Los módulos ópticos se disponen de manera preferentemente lineal dentro de la unidad sensora portátil a lo largo de una línea que define un eje para la unidad sensora (aunque los módulos pueden solaparse entre sí). Preferentemente los módulos ópticos son similares o idénticos entre sí (ignorando opcionalmente una reflexión en la disposición de sus componentes; es decir, permitiendo módulos a izquierdas y a derechas). Una cantidad arbitraria de módulos ópticos puede utilizarse en combinación, dependiendo de los requisitos técnicos (por ejemplo, las dimensiones o la resolución óptica) de la unidad sensora portátil. Generalmente, habrá algunos componentes de la unidad sensora que sean comunes a través de los módulos, tales como una fuente de energía. En algunas realizaciones, la unidad sensora portátil puede comprender una fuente de luz común y guías ópticas (por ejemplo, fibra óptica) para transmitir luz desde la fuente de luz común a cada módulo óptico. En dicha disposición, se entenderá que las referencias en el presente documento al medio de emisión de luz de cada módulo óptico no incluyen la fuente de luz común, sino que más bien comprenden aquellos componentes ópticos (lentes, espejos, etc.) que se repiten a través de cada módulo.

Dicha disposición modular de la óptica dentro de la unidad sensora portátil permite una personalización directa de la longitud de la unidad sensora durante la producción, haciendo posible que las unidades sensoras se monten de manera eficiente para su uso en diferentes anchos de neumáticos. De manera alternativa o adicional, una unidad sensora terminada puede comprender un medio de recepción de módulos dispuesto para recibir un módulo óptico (o una pluralidad de módulos ópticos) en una etapa posterior a la producción; de esta manera, la unidad sensora puede adaptarse en el campo para proporcionar una línea de módulos ópticos más larga o más corta para proporcionar diferentes anchos de neumático.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, una unidad sensora para determinar la profundidad de rodadura de un neumático instalado en un vehículo, comprendiendo la unidad sensora una pluralidad de módulos ópticos, comprendiendo cada módulo óptico un medio de emisión de luz dispuesto para proyectar un patrón de luz sobre la superficie rodante del neumático y un medio de captación de imágenes dispuesto durante el funcionamiento para captar la imagen de una zona de la superficie rodante del neumático que contiene al menos una parte de dicho patrón.

Características opcionales de otros sistemas desvelados en el presente documento también son, en su caso, características preferidas de este sistema.

El solicitante ha reconocido que conseguir una alineación precisa de la unidad sensora portátil con respecto al neumático puede ser importante al utilizar el aparato de acuerdo con la invención. En algunas realizaciones, un operario humano debe mantener la unidad sensora portátil en un determinado ángulo respecto al eje giratorio del neumático con el fin de adquirir información sobre la profundidad de rodadura a lo largo de una determinada línea que abarque el ancho del neumático. Un alineamiento preciso es importante en particular cuando el dispositivo se utiliza para obtener una secuencia de lecturas de profundidad bidimensionales lineales, que pueden combinarse entonces en una representación tridimensional de la superficie del neumático, enrollándose alrededor de la superficie del neumático. En tales casos, es importante en particular que se conozca la orientación de cada lectura lineal; y se prefiere que las líneas sean todas sustancialmente paralelas entre sí y paralelas al eje del neumático, ya que esto simplifica las etapas del procesamiento de datos.

En algunas realizaciones se proporciona una pluralidad de ruedas y/o rodillos en la unidad sensora. Preferentemente se proporcionan para estar espaciados circunferencialmente alrededor del neumático durante el funcionamiento.

Esto ayuda a un operario a mantener una alineación correcta entre la unidad sensora y el neumático ya que la primera se pasa por encima del segundo. En algunas realizaciones podrían proporcionarse medios de alineación adicionales. Por ejemplo, podrían proporcionarse rodillos o ruedas colocados para contactar con una pared lateral del neumático.

De esta manera, la unidad sensora se dispone preferentemente de manera que cada medio de emisión de luz emita rayos de luz que no se extiendan en un único plano. Dicho de otro modo, la luz no se emite simplemente como una única "hoja de luz". En particular, la luz se emite preferentemente en dos o más "hojas" separadas. Estas dos hojas pueden generarse ventajosamente mediante un único medio de emisión de luz. Puede que no se junten o intersequen en un punto o línea adyacente o dentro del medio de emisión de luz. Preferentemente, desde la perspectiva del medio de emisión de luz, el patrón de luz proyectado por el medio de emisión de luz comprende dos líneas, ambas paralelas al eje del neumático durante el funcionamiento y separadas una distancia entre sí.

Preferentemente, el sistema es capaz de determinar simultáneamente información relativa al patrón de rodadura del neumático en una pluralidad de primeros puntos que descansan en un primer plano y en otra pluralidad de segundos puntos que descansan en un segundo plano. Preferentemente cada plano atraviesa la unidad sensora y es paralelo al eje de la unidad sensora; preferentemente cada punto de la primera pluralidad de puntos corresponde a un único punto desde la segunda pluralidad de puntos, estando los dos puntos en la misma posición lateral a lo largo del eje de la unidad sensora que el otro.

Si la unidad portátil se mueve directamente alrededor de la superficie rodante del neumático con el eje de la unidad paralelo al eje del neumático, la ubicación de los primeros puntos sobre la superficie del neumático en un primer momento (cuando la unidad está en una primera posición) será la misma ubicación que la ocupada por los segundos puntos en un momento posterior (cuando la unidad esté en una segunda posición). Puede utilizarse información relativa al patrón de rodadura del neumático para detectar esta correspondencia entre los puntos (por ejemplo, señalando que la profundidad de rodadura en cualquier punto fijo no cambia). Si se conoce la velocidad a la que la unidad sensora se mueve entre la primera y segunda posición, y se conoce la distancia entre el primer y el segundo conjunto de puntos sobre la superficie del neumático, puede disponerse el sistema para verificar que la unidad está alineada paralela al eje del neumático y que se mueve de forma circunferencialmente precisa alrededor del neumático comprobando la correspondencia de los dos conjuntos de puntos.

Por otra parte, si la unidad sensora no está alineada paralela al eje del neumático, seguirá aun así o bien una trayectoria circunferencial alrededor del neumático, o una trayectoria helicoidal alrededor del eje del neumático. En el segundo caso, la unidad sensora saldrá finalmente del borde del neumático, por lo que el usuario tendrá que corregir la trayectoria antes de que esto suceda. Sin embargo, sería útil poder detectar esta situación antes de que se produzca.

Cuando la unidad sensora no es paralela al eje del neumático al menos algunos de los primeros puntos en el primer plano corresponderán a segundos puntos en el segundo plano con un desplazamiento temporal (dependiente de la separación de las líneas de luz que toquen el neumático y la velocidad de rotación circunferencial de la unidad sensora); y un desplazamiento temporal, dependiente del ángulo de la unidad sensora. Igualando las características

del patrón de rodadura de los dos conjuntos de datos (por ejemplo, utilizando un algoritmo de igualación de patrones conocido), puede conseguirse una estimación del ángulo.

Si se detecta un desplazamiento del ángulo, por ejemplo, como se ha indicado anteriormente o por otros medios, esto podría utilizarse para dar *feedback* en tiempo real con respecto a la alineación o falta de alineación de la unidad sensora al operario mediante cualquier medio apropiado; por ejemplo, una señal auditiva, visual o táctil. Esto permite a un operario asegurarse de que la unidad sensora está debidamente colocada y desplazada para extremar la calidad de los datos que registra. El *feedback* podría ser simplemente en forma de un aviso de falta de alineación o confirmación de alineación; o podría ser cuantitativo para facilitar la corrección. Como alternativa, el ángulo determinado podría utilizarse para compensar el ángulo desplazado automáticamente aplicando un desplazamiento adecuado a los datos registrados. Evidentemente, podría aplicarse una combinación de estos, por ejemplo, corrigiendo automáticamente pequeños desplazamientos, pero avisando si el desplazamiento es demasiado grande.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, un sistema para realizar una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, teniendo el sistema una unidad sensora portátil que comprende:

- medios de emisión de luz dispuestos para proyectar al menos dos patrones de luz alargados sobre la superficie rodante del neumático;
- medios de captación de imágenes dispuestos durante el funcionamiento para captar la imagen de dichos patrones de luz alargados; y
- medios de acoplamiento de neumáticos dispuestos para colocar la unidad sensora durante el funcionamiento contra el neumático; comprendiendo el sistema además medios de procesamiento dispuestos para recibir datos desde dichos medios de captación de imágenes y para procesar dichos datos para determinar una falta de alineación angular entre el neumático y la unidad sensora igualando características de los patrones de los datos de dicho primer patrón de luz alargado con características de los patrones de los datos de dicho segundo patrón de luz alargado.

Aunque en la descripción anterior algunos sistemas tienen una unidad sensora portátil, esto no se considera esencial. Por ejemplo la unidad sensora podría proporcionarse sobre un brazo accionado mecánicamente o podría instalarse de manera temporal o permanente sobre el vehículo a la vista de la superficie del neumático (por ejemplo, montada dentro del arco de la rueda). En dichas disposiciones la unidad sensora no tocaría el neumático. Por ejemplo una cantidad de unidades sensoras montadas en cada arco de la rueda podrían comunicarse con una unidad procesadora central montada en otra parte sobre el vehículo o a distancia.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, un sistema para realizar una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, teniendo el sistema una unidad sensora que comprende:

- medios de emisión de luz dispuestos para proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie rodante del neumático; y un primer y segundo medio de captación de imágenes dispuesto durante el funcionamiento para captar la imagen de respectivas primera y segunda zonas de la superficie rodante del neumático, prolongándose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona;
- comprendiendo el sistema además medios de procesamiento dispuestos para recibir datos desde dicho primer y segundo medio de captación de imágenes y para procesar dichos datos para realizar dicha medición de rodadura.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, una unidad sensora para su uso en la realización de una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo, comprendiendo la unidad sensora:

- medios de emisión de luz dispuestos para proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie rodante del neumático; y un primer y segundo medio de captación de imágenes dispuesto durante el funcionamiento para captar la imagen de respectivas primera y segunda zonas de la superficie rodante del neumático, prolongándose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona.

En el presente documento también se desvela, con fines de referencia, un método de realización de una medición de la rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo que comprende:

- proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie rodante del neumático; y
- captar la imagen de una primera y segunda zona de la superficie rodante del neumático con dichos primer y segundo medio de captación de imágenes respectivamente, prolongándose la primera zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona.

Una unidad sensora portátil como la descrita anteriormente presenta muchas ventajas respecto a la técnica anterior, y es muy adecuada para realizar inspecciones relativamente exhaustivas de un neumático en un vehículo. Se prevé

que habitualmente un operador de flota podría llevar a cabo dichas inspecciones una vez cada 6 o 13 semanas, por ejemplo, generalmente cuando el vehículo está en un taller.

Además, puede que sea conveniente realizar revisiones intermedias más frecuentes, entre estas inspecciones del taller. El conductor del vehículo, por ejemplo, puede realizar dichas revisiones diariamente. Es aceptable que estas revisiones sean menos exhaustivas de lo que sería una inspección trimestral, pero aun así es conveniente que alerten al usuario de una parte de las deficiencias encontradas. Ventajosamente, dichas revisiones son relativamente rápidas de hacer. También es conveniente que puedan realizarse fuera de un taller. Habitualmente, en la práctica, dichas revisiones son inspecciones visuales sencillas a ojo de las superficies del neumático visibles por parte del conductor. Es conveniente un enfoque más fiable, aunque rápido, para determinar una profundidad de rodadura inadecuada.

Se conocen métodos en los que se conduce un vehículo sobre un dispositivo de inspección óptica situado debajo del nivel del suelo, o se encaja en una plataforma o rampa. Dicha disposición facilita la inspección automatizada de la huella del neumático. A diferencia del dispositivo portátil descrito anteriormente, dicha disposición no permite fácilmente la inspección alrededor de gran proporción de la circunferencia del neumático; sin embargo, el proceso de inspección puede ser rápido y no necesitar participación humana adicional aparte de la conducción del vehículo por parte de su conductor sobre el área de inspección.

Un problema con los métodos conocidos, sin embargo, es que emplean aparatos físicamente grandes. Hace falta un importante esfuerzo de ingeniería civil para acomodar dicho aparato en el suelo, ya que hay que cavar un agujero profundo para alojarlo. Alternativamente, cuando se emplean rampas, estas son voluminosas y requieren que el vehículo sea levantado del suelo, lo que las hace más difíciles de usar y menos eficientes en términos energéticos, con un mayor peligro de que el vehículo se caiga de las rampas.

El Solicitante se ha dado cuenta de que también pueden emplearse enfoques similares a los descritos en aspectos anteriores de la invención en relación con dispositivos portátiles para sacar provecho a proporcionar una unidad sensora sobre la que haya que conducir que sea más compacta que las disposiciones conocidas, superando así estos problemas.

De acuerdo con la presente invención, enviar luz a lo largo de una trayectoria indirecta a la superficie del neumático y volver a recibirla a lo largo de una trayectoria indirecta permite que el medio de emisión de luz y el medio de captación de imágenes se sitúen de manera más conveniente para producir un diseño global más compacto que el que habría si el medio de emisión de luz y el medio de captación de imágenes tuvieran que colocarse en posiciones apropiadas a lo largo de trayectorias directas hacia la superficie del neumático y desde la misma.

La invención es aplicable a un instrumento portátil, pero en otro conjunto de realizaciones. Preferentemente, el método comprende captar la imagen del neumático mientras el neumático se encuentra encima del aparato. Esto podría hacerse con el neumático moviéndose (es decir, mientras el vehículo correspondiente se conduce sobre el aparato, o con el neumático inmóvil) es decir, cuando la rueda se conduce sobre el aparato y se marcha nuevamente después de haberse realizado la captación de la imagen. Ambos deben contrastarse con carreteras rodantes en las que se hace girar una rueda mientras el vehículo permanece inmóvil. El aparato podría diseñarse para situarse práctica o completamente debajo del nivel del suelo u otra superficie de conducción. Por lo tanto, preferentemente la luz se dispone para reflejarse hacia arriba hacia la superficie del neumático. La luz puede reflejarse en cualquier ángulo hacia la vertical, pero preferentemente se refleja en un ángulo de menos de 45 grados hacia la vertical; por ejemplo, menos de 10 o 20 grados hacia la vertical; o incluso de manera prácticamente vertical.

Con independencia de las ubicaciones relativas del aparato y el neumático, se prefiere que la luz se refleje para tocar la superficie del neumático en un ángulo de menos de 45 grados hacia la normal; por ejemplo, menos de 10 o 20 grados a la normal; o incluso de manera sustancialmente normal.

Preferentemente los ángulos a los que la luz que forma la línea prolongada sobre la superficie del neumático alcanza los medios de captación de imágenes difieren del ángulo o los ángulos a los que la luz desde el medio de emisión de luz alcanza la superficie del neumático. Esta diferencia de ángulos facilita la obtención información sobre profundidad de rodadura como se ha explicado anteriormente.

La luz puede reflejarse a través de una ventana, por ejemplo, de vidrio o acrílica, hacia la superficie rodante del neumático. Dicha ventana puede proteger el aparato de los daños. En algunas realizaciones la ventana forma parte integrante del aparato. Cuando se proporciona una ventana, la luz la atraviesa preferentemente avanzando hacia la superficie del neumático y avanzando desde la línea prolongada sobre el neumático hacia los medios de captación de imágenes. El aparato puede comprender un alojamiento que encierre los componentes ópticos, comprendiendo preferentemente el alojamiento la ventana.

En algunas realizaciones el aparato comprende una rampa para levantar una rueda del vehículo; puede tener dos rampas: una rampa de entrada y una rampa de salida. Dichas realizaciones no tienen que instalarse por debajo del

nivel del suelo, sino que pueden ocultarse en el suelo y elevar el vehículo por encima de la óptica por medio de las rampas.

5 En algunas realizaciones el aparato comprende uno o más rodillos dispuestos para acoplar el neumático del vehículo. Dicha disposición de carretera rodante permite que se capte la imagen de toda la circunferencia del neumático. Sin embargo, necesita un mecanismo para meter y sacar el coche del aparato y, por este motivo, puede ser menos conveniente que las realizaciones preferidas.

10 En realizaciones preferidas, la totalidad o parte del medio de emisión de luz, el medio reflectante y el medio de captación de imágenes se encuentran parcial, práctica o totalmente por debajo de una superficie de conducción tal como el nivel del suelo.

15 Las características del medio de emisión de luz, el medio reflectante y el medio de captación de imágenes, así como de los métodos y aparatos de manera más general, ya descritas haciendo referencia a los sistemas y métodos desvelados anteriores también pueden ser características de la invención, en su caso.

20 En una disposición particularmente preferida, el aparato comprende un láser dispuesto para proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie del neumático, dos cámaras, y dos espejos alargados dispuestos, durante el funcionamiento, para alinearse de manera sustancialmente paralela a los ejes del vehículo, en el que el primero de los espejos se dispone para reflejar luz desde el láser a la superficie del neumático, y el segundo se dispone para reflejar luz desde respectivas zonas de la superficie del neumático a las dos cámaras. Se proporciona un tercer espejo que puede ser un espejo alargado, paralelo a los otros, y también puede proporcionarse en medio para reflejar luz entre la superficie del neumático y el segundo espejo.

25 En algunas situaciones, se proporcionan dos o más aparatos similares, para la captación de imágenes sustancialmente simultánea de una pluralidad de neumáticos. En otras realizaciones, sin embargo, la línea de luz prolongada se proyecta, durante el funcionamiento, sobre dos o más neumáticos desde un único aparato. Estos pueden ser neumáticos en el mismo extremo de un eje, o pueden ser neumáticos en extremos opuestos de un eje. Con el fin de generar una línea de luz prolongada más larga, pueden emplearse más de dos medios de captación de imágenes; por ejemplo, 8, 12 o más. Una línea prolongada más larga permite mayor latitud en el posicionamiento del vehículo en relación con el aparato.

30 El aparato puede disponerse para medir la profundidad de rodadura solo cuando un vehículo está inmóvil o cuando se esté moviendo lentamente (por ejemplo, por debajo de 5 o 15 kilómetros por hora), pero podría disponerse para medir la profundidad de rodadura de vehículos que atraviesen el aparato a una velocidad relativamente elevada (por ejemplo, 50 o 100 kilómetros por hora o más).

35 A continuación se describirá una realización preferida de la invención, a modo de ejemplo únicamente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de determinación de una profundidad de rodadura de acuerdo con la presente invención que comprende una unidad sensora portátil y una unidad de procesamiento;

45 la Figura 2 es un diagrama en perspectiva de la unidad sensora portátil y un neumático de vehículo;

la Figura 3 es una proyección lateral de la unidad sensora portátil y el neumático de la Figura 2;

50 la Figura 4 es una vista lateral esquemática de un neumático que muestra posibles trayectorias de luz reflejándose en el neumático;

la Figura 5 es un dibujo en perspectiva de una parte interna de la unidad sensora portátil;

55 la Figura 6 es un dibujo en perspectiva en primer plano de parte de la parte interna de la Figura 5, que ilustra el paso de un único rayo de luz a través del sistema óptico;

la Figura 7 es una vista lateral esquemática de un neumático que muestra posibles trayectorias de luz reflejándose en el neumático desde dos haces incidentes distintos;

60 la Figura 8 es una vista en planta esquemática de la superficie de un neumático que muestra dos líneas de luz y líneas de construcción paralelas que indican un principio de funcionamiento de realizaciones de la invención;

la Figura 9 es una vista en primer plano del objeto de la Figura 8;

65 la Figura 10 es un dibujo en perspectiva de una parte interna de una unidad sensora portátil de acuerdo con una segunda realización;

la Figura 11 es otro dibujo en perspectiva de una parte interna de la segunda realización;

la Figura 12 es una vista lateral de una parte interna de la segunda realización;

5 la Figura 13 es un dibujo en perspectiva de una parte interna de una unidad sensora portátil de acuerdo con una tercera realización;

la Figura 14 es otro dibujo en perspectiva de una parte interna de la tercera realización;

10 la Figura 15 es una vista lateral de una parte interna de la tercera realización;

la Figura 16 es un dibujo en perspectiva de una parte interna de una unidad sensora portátil de acuerdo con una cuarta realización;

15 la Figura 17 es otro dibujo en perspectiva de una parte interna de la cuarta realización;

la Figura 18 es una vista lateral de una parte interna de la cuarta realización;

20 la Figura 19 es una vista en perspectiva, similar a la Figura 2, de otra realización portátil de la invención; y

la Figura 20 es una vista desde abajo de la realización de la Figura 19.

25 La Figura 1 representa esquemáticamente un sistema de determinación de profundidad de banda de rodadura que comprende una unidad sensora portátil 2 que tiene un mango 4 cilíndrico que sobresale de un cuerpo 6 alargado. Cerca de cada esquina de la cara inferior del cuerpo 6 principal se monta un rodillo 8 (solo dos de los cuatro rodillos son visibles aquí) dispuesto para girar alrededor de un eje (indicado en la Figura 1 mediante una línea discontinua) paralelo al eje del cuerpo principal. Al menos uno de los rodillos 8 comprende un codificador giratorio 10 dispuesto para contar revoluciones totales o parciales del rodillo 8.

30 Avanzando a lo largo de la longitud de la parte inferior del cuerpo 6, entre los rodillos 8, hay una ventana alargada rectangular transparente (no visible en la Figura 1) dispuesta para permitir el paso de luz dentro y fuera del interior del cuerpo 6.

35 La unidad sensora portátil 2 se conecta a una unidad de control 12, que puede ser inmóvil, pero que es preferentemente portátil, mediante un cable 14. El cable 14 permite la comunicación entre la unidad sensora portátil 2 y la unidad de control, y, si la unidad sensora 2 no tiene su propia fuente de energía, suministra corriente eléctrica a la unidad sensora 2 desde la unidad de control 12. La unidad de control 12, si es portátil, comprende preferentemente una batería u otra fuente de energía interna adecuada (no visible).

40 En realizaciones alternativas podría emplearse una conexión inalámbrica; la unidad sensora podría almacenar datos para su posterior descarga a un ordenador; o podrían proporcionarse medios de procesamiento a bordo adecuados.

45 La unidad de control 12 tiene una pantalla gráfica 16 para mostrar una interfaz de usuario gráfica y presentar información y resultados a un operario humano; y un teclado 18 para recibir comandos de control desde un operario humano. También tiene un altavoz interno (no visible) dispuesto para emitir sonidos a través de una rejilla 19.

50 La Figura 2 muestra, en vista en perspectiva, la unidad sensora portátil 2 en posición contra un neumático 20. Los rodillos 8 están en contacto con la superficie del neumático 20 y el eje del cuerpo 6 de la unidad sensora 2 se orienta a través del ancho del neumático 20; es decir, paralelo al eje de rotación del neumático. El cuerpo 6 de la unidad sensora 6 tiene una longitud igual, o ligeramente superior, al ancho de los neumáticos sobre los que vaya a utilizarse generalmente. De esta manera el mango 4 sobresale más allá de la pared lateral externa 21 del neumático 20 y la parte del cuerpo 6 entre los rodillos 8 abarca las rodaduras 22 del neumático 20.

55 La Figura 3 muestra una elevación lateral de la unidad sensora portátil 2 en posición contra un neumático 20. Se muestra una "hoja de luz" 24 desplazándose desde el cuerpo 6 de la unidad sensora 2 a la superficie del neumático 20; se muestran rayos de luz reflejados 26 desplazándose de vuelta desde la superficie del neumático al cuerpo de la unidad sensora. Tanto la luz que sale como la que entra 24, 26 atraviesa la ventana (no visible) en la parte inferior de la unidad sensora. La hoja de luz 24 se muestra inclinada en un ángulo agudo a la base plana del cuerpo 6 de la unidad sensora 2, pero, como alternativa, puede ser perpendicular.

60 La Figura 4 muestra, no a escala, una vista lateral esquemática de un neumático 20 para ilustrar un principio por el cual la presente realización de la invención determina la profundidad de banda de rodadura. El neumático 20 comprende una rodadura 22 que consiste en hendiduras en el neumático, cuya profundidad máxima se indica mediante el círculo discontinuo). Algunos rayos desde una hoja de luz 24 dirigidos hacia el neumático 20 tocarán la superficie más exterior del neumático 20 y serán reflejados de manera difusa a lo largo de diversas primeras trayectorias reflejadas 26. Otros rayos 28 de la hoja de luz 24 (en una dirección transversal diferente a través del

65

ancho del neumático) avanzarán al interior de la rodadura 22 del neumático 20 y tocarán una superficie inferior del patrón de rodadura. Estos rayos se reflejarán entonces de manera difusa a lo largo de una variedad de segundas trayectorias reflejadas 30.

5 La Figura 5 muestra una parte interna de la unidad sensora portátil 2 situada encima de la superficie del neumático 20, junto con una indicación de trayectorias de luz entre los diversos elementos ópticos durante el funcionamiento. La ventana de visualización 31 alargada previamente mencionada puede observarse en la cara de la unidad sensora que se orienta hacia la superficie del neumático y que abarca al menos el ancho del patrón de rodadura del neumático. Tres módulos de captación de imágenes, comprendiendo cada uno una cámara 32, 132, 232 y conjunto
10 de espejos, están espaciados en una fila encima de la ventana alargada. Entre ellos, son capaces de captar la imagen de todo el ancho de la banda de rodadura.

El primer módulo de captación de imágenes comprende una primera cámara 32 sobre un lado de la ventana de visualización 31, situada enfrente de un generador de línea láser 34 que se dispone para alumbrar una hoja de luz a través de la ventana de visualización 31 con el fin de proyectar un segmento de línea sobre la superficie del neumático, siendo el segmento de línea paralelo a la ventana alargada de visualización y al eje giratorio del neumático, y teniendo la cámara 32 aproximadamente en su punto central.
15

Directamente a través de la ventana de visualización desde la cámara 32 hay un espejo central 36 que se inclina hacia abajo hacia la superficie del neumático para reflejar luz desde una parte central del segmento de línea hacia la cámara 32. De esta manera una imagen de la parte central del segmento de línea es visible en una sección central del campo de visión de la cámara.
20

Este espejo central 36 también refleja luz a la cámara desde un espejo izquierdo del lado de la cámara 38 y un espejo derecho del lado de la cámara 42 (que forma la mitad de una unidad de espejo segmentado 40 situada a mitad de camino entre la primera cámara 32 y una segunda cámara 132 inmediatamente a su derecha). Estos espejos del lado de la cámara 38, 42 están al mismo lado de la ventana de visualización 31 que la cámara. El espejo izquierdo del lado de la cámara 38 coopera con un espejo izquierdo del lado opuesto 44 que se encuentra más allá del borde del patrón de rodadura del neumático 20 en el lado opuesto de la ventana de visualización 31 a la cámara 32. Se inclina hacia abajo hacia el neumático y se inclina hacia el patrón de rodadura. Estos dos espejos izquierdos 38, 44 dirigen juntos luz desde una parte izquierda del segmento de línea hacia la cámara 32, de manera que una imagen de la parte izquierda se forma en una sección izquierda del campo de visión de la cámara.
25
30

De manera similar, el espejo derecho del lado de la cámara 42 coopera con un espejo derecho del lado opuesto 48 para dirigir luz desde una parte derecha del segmento de línea hacia la cámara 32. En este caso, sin embargo, el espejo del lado opuesto 48 no se encuentra más allá del borde del patrón de rodadura del neumático, sino que forma la mitad de una unidad de espejo segmentado del lado opuesto 46, cuya otra mitad es un espejo izquierdo del lado opuesto 144 con respecto a la segunda cámara 132 inmediatamente a la derecha de la primera cámara 32.
35

La disposición del generador de línea láser 34, cámara 32 y cinco espejos 36, 38, 42, 44, 48 forma un módulo óptico, del que la realización representada tiene un total de tres. La segunda cámara 132 y una tercera cámara 232 forman parte de un respectivo segundo y tercer módulo óptico que tienen disposiciones de espejos muy similares a las descritas anteriormente con referencia a la primera cámara 32 (los correspondientes componentes están numerados de manera similar, pero con un 1 y 2 prefijado, respectivamente). La única diferencia se debe al efecto del borde del neumático 31, lo que significa que los espejos en los bordes extremos izquierdo y derecho del conjunto de los módulos ópticos no se forman a partir de espejos segmentados, sino que son espejos de cuña única.
40
45

Los generadores de línea láser 34, 134, 234 se disponen para corregir una línea completa a través del ancho del neumático (al menos desde una perspectiva coincidente con uno de los generadores de línea – desde otras perspectivas, la línea puede fragmentarse debido a las diversas alturas del patrón de rodadura). Los módulos ópticos se disponen para captar la imagen, entre ellos, de toda la longitud de la línea proyectada.
50

La Figura 6 muestra una vista en primer plano del primer módulo óptico descrito anteriormente con referencia a la Figura 5, y representa mediante una línea A el paso de un haz de luz a través del sistema óptico. La luz de la línea del láser se dispersa de manera difusa desde un punto B sobre la rodadura 22 del neumático 20. Una parte atraviesa la ventana de visualización 31 en la unidad sensora portátil 2 y toca el espejo derecho del lado opuesto 48 de la unidad de espejo segmentado 46. La luz se refleja entonces hacia el espejo derecho del lado de la cámara 42 que forma parte de la unidad de espejo segmentado 40 situada próxima a la cámara 32. Esta lo refleja al espejo central 36, que lo refleja finalmente en la cámara 32. De esta manera, el patrón de la línea del láser cerca de esta parte de la rodadura 22 será visible en una sección derecha del campo de visión de la cámara. Dado que el ángulo de visualización de la línea del láser line no es el mismo que el ángulo de incidencia de la hoja de luz desde el generador de línea láser 34, la imagen será de una línea irregular o discontinua, estando relacionado el grado de irregularidad, de una manera cuantificable, con la profundidad de la rodadura 22 del neumático.
55
60

La Figura 7 muestra, no a escala, una vista lateral esquemática de un neumático 20 que muestra rayos desde una hoja de luz 24 como en la Figura 4. Sin embargo, aquí también se muestran otros rayos desde una segunda hoja de
65

luz 324. Esta segunda hoja de luz 324 está inclinada en un ángulo hacia la primera hoja de luz 24 y toca la superficie del neumático 20 de tal manera que protege una segunda línea paralela a la línea desde la primera hoja de luz y está espaciada una distancia lejos de la misma, por ejemplo, entre 5 y 50 mm lejos; preferentemente, entre 5 y 20 mm lejos; más preferentemente aproximadamente 10 mm lejos. De manera similar a la situación mostrada en la Figura 4, parte de la luz procedente de ambas hojas de luz tocará partes salientes del patrón de rodadura, mientras que parte tocará partes rebajadas. Proyectar dos líneas de luz sobre la superficie del neumático 20 permite entregar dos imágenes independientes del patrón de rodadura. Utilizando técnicas de igualación de patrones adecuadas sobre partes del patrón, la unidad de procesamiento 12 puede detectar una falta de alineación de la unidad sensora portátil 2 relativa al eje giratorio del neumático 20. Esto puede utilizarse para compensar los datos automáticamente o para emitir una advertencia (o no conseguir dar una confirmación) si se detecta un grado de falta de alineación predeterminado, por ejemplo, mediante una alerta sonora emitida a través de la rejilla 19 en la unidad sensora 2.

La Figura 8 muestra una vista en planta esquemática de la superficie del neumático 20. Dos líneas paralelas de luz 400, 402 son proyectadas sobre la superficie del neumático por dos hojas de luz 24, 324 (véase la Figura 7 para más detalles de esta etapa). Estas cruzan la rodadura 22 del neumático. En particular, cruzan un primer y segundo elemento en línea recta 404, 406 del patrón de rodadura (es decir, muescas o salientes continuos que avanzan alrededor de la circunferencia del neumático). Una línea discontinua 403 gruesa indica la posición aproximada de la unidad sensora portátil 2 en vista en planta. Alfa representa el ángulo entre el eje giratorio del neumático 20 y el eje alargado de la unidad sensora portátil 2. Idealmente, este debería ser cero para la unidad sensora 2 para estar correctamente alineado con el neumático.

La Figura 9 muestra un primer plano de parte de la Figura 8, que ilustra cómo puede determinarse el valor de alfa. En primer lugar, el sistema debe identificar las características de rodadura en línea recta 404, 406 como tales (es decir, no en zigzag, en ondas u otras características no rectas). Esto puede conseguirse utilizando una hendidura de rodadura de lados rectos o el borde de la banda de rodadura cuando se incorpora en la pared lateral. El desplazamiento lateral, D, entre las intersecciones de una característica en línea recta 404 con la primera línea de luz 400 y con la segunda línea de luz 402 puede medirse. El ancho conocido, L, entre las dos líneas de luz 400, 402 puede combinarse con este desplazamiento, D, para determinar $\alpha = \tan^{-1}(D/L)$.

La unidad procesadora puede utilizar los datos medidos por la unidad sensora para un análisis posterior tal como para confirmar el cumplimiento con los requisitos legales o para comprobar patrones de desgaste de rodadura característicos que pueden ser útiles en el diagnóstico de defectos de otros vehículos.

Se entenderá que la realización de la invención descrita anteriormente proporciona un dispositivo sencillo para obtener una imagen precisa de la rodadura de un neumático mientras sigue colocado sobre un vehículo, que es fácil de utilizar enrollándolo simplemente alrededor del neumático mientras el vehículo está inmóvil.

Las Figuras 10 a 12 muestran, desde ángulos diferentes, la disposición de los componentes ópticos principales de otra realización de la invención. Durante el funcionamiento, un neumático (no mostrado) se situaría en la parte inferior de las Figuras, con su superficie de rodadura superior orientada hacia el aparato.

Este sistema óptico puede utilizarse en una unidad sensora portátil similar a la de la Figura 1, o puede utilizarse (en una disposición invertida a partir de la mostrada) para inspeccionar un neumático a medida que se conduce sobre el aparato. Los componentes ópticos podrían situarse en ese caso en un foso de inspección o en una rampa de ruedas.

El aparato comprende un generador de línea láser izquierdo 500 y un generador de línea láser derecho 502, junto a una cámara izquierda 504 y una cámara derecha 506. Los generadores de línea láser se apuntan hacia respectivas mitades de un espejo 508 plano alargado. Otro espejo 510 plano alargado se dispone para orientarse hacia el primer espejo 508, aunque en un ángulo horizontal diferente. Los dos espejos 508, 510 tienen preferentemente las mismas dimensiones entre sí. Un tercer espejo 512 plano alargado se dispone en el campo de visión de ambas cámaras 504, 506. Este espejo puede tener las mismas dimensiones que los demás espejos 508, 510 pero preferentemente tiene la misma longitud a lo largo de su eje alargado, y el mismo grosor, pero es aproximadamente el doble de alto, permitiendo que se capte la imagen de un área de la superficie del neumático que es más ancha que el patrón de luz alargado.

Durante el funcionamiento, una hoja de luz 514 avanza a lo largo de una trayectoria desde el generador de línea láser derecho 502 hacia el primer espejo 508. Es reflejada por este espejo a lo largo de una trayectoria 516 hacia el segundo espejo 510 que, a su vez dirige la luz a lo largo de una trayectoria 518 para tocar la superficie del neumático de manera aproximadamente perpendicular. Parte de la luz se refleja de manera difusa desde la superficie del neumático a lo largo de una trayectoria 520, inclinada en un ángulo hacia la perpendicular, hacia el tercer espejo 512. Este espejo 512 refleja la luz a lo largo de una trayectoria 522 hacia la cámara derecha 506.

La luz desde el generador de línea láser izquierdo 500 sigue trayectorias correspondientes a la superficie del neumático y desde ahí hacia la cámara izquierda 504 utilizando los mismos espejos 508, 510, 512, pero empleando

principalmente una parte diferente (posiblemente solapada) de las superficies del espejo desde el generador de línea derecho 502 y la cámara 506.

5 El procesamiento de las imágenes recibidas y otros detalles del aparato son iguales a los ya descritos con referencia a la primera realización.

10 Las Figuras 13 a 15 muestran, desde perspectivas diferentes, una disposición de componentes ópticos de una tercera realización de la invención, similar a la segunda realización mostrada en las Figuras 10 a 12, pero que comprende un espejo 1530 alargado adicional. Las características comunes de las Figuras 10 a 12 conservan la misma etiqueta con un número 1 prefijado. Este espejo 1530 adicional es paralelo a los otros espejos 1508, 1510, 1512 alargados y se dispone para reflejar luz que llega a lo largo de una trayectoria 1519 desde la superficie del neumático sobre una trayectoria 1521 a un espejo 1512 alargado que, a su vez, refleja luz a lo largo de una trayectoria 1522 hacia una cámara derecha 1506. Este espejo 1530 alargado adicional prolonga la trayectoria de la luz para garantizar que no hay puntos ciegos.

15 Las Figuras 16 a 18 muestran, desde perspectivas diferentes, una disposición de componentes ópticos de una realización de la invención similar a la de las Figuras 13 a 15, pero que comprende dos espejos de extremo angulado 2532, 2534. Las características comunes de las Figuras 13 a 15 conservan la misma etiqueta con un número 2 en lugar de un 1 prefijado. El aparato funciona de la misma manera que antes, pero un espejo de extremo angulado izquierdo 2532 se sitúa en el campo de visión de la cámara izquierda 2504 y un espejo de extremo angulado derecho 2534 se sitúa en el campo de visión de la cámara derecha 2506. Estos espejos se colocan para pasar por encima de los bordes de la banda de rodadura, permitiendo que se capte la imagen de los hombros y/o las paredes laterales del neumático. Un ordenador recibe las imágenes desde las cámaras 2504, 2506 y procesa la parte de las imágenes correspondiente a los hombros y/o las paredes laterales correctamente para determinar si están dañados. Los espejos de extremo 2532, 2534 pueden disponerse para recibir luz que pase por la superficie del neumático entre los espejos alargados 2508, 2510, 2512, 2530 y reflejen esta hacia las cámaras 2504, 2506, o pueden colocarse hacia fuera de los respectivos extremos de los espejos alargados 2508, 2510, 2512, 2530. Uno o ambos de los espejos de extremo angulado 2532, 2534 puede ser ajustable en posición y/o ángulo axial, para adaptarse a neumáticos de anchos diferentes.

20 Las Figuras 19 y 20 muestran vistas respectivas de otra realización de un dispositivo portátil de acuerdo con la invención. En términos generales es similar al dispositivo descrito anteriormente con referencia a las Figuras 1 y 2. Por lo tanto, comprende un mango 4' conectado a un alojamiento 6' externo. En su interior tiene un rodillo 50 alargado para permitir que el dispositivo se enrolle sin problemas alrededor de la superficie del neumático 20. Tiene una rueda codificadora 52 independiente para permitir la medición de la distancia a la que se mueve alrededor del neumático. Se proporciona una ventana 54 transparente para proteger los componentes ópticos (no visibles en la Figura 20) detrás de la misma. Este dispositivo incorpora un microprocesador y una memoria a bordo (no mostrados) que hacen funcionar el dispositivo y permiten examinar, registrar y, posiblemente, analizar patrones de bandas de rodadura. Los resultados o los datos pueden transmitirse de manera inalámbrica a un dispositivo informático adecuado tal como una agenda electrónica, un teléfono inteligente, un ordenador personal, etc.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para medir la rodadura de un neumático sobre un vehículo que comprende:

5 una pluralidad de medios de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502) dispuestos para emitir respectivas hojas de luz coplanares;
 primeros medios reflectantes (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510) dispuestos para reflejar luz desde el medio de
 emisión de luz sobre la superficie rodante del neumático;
 10 medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506) dispuestos para captar la imagen de una zona de la superficie rodante del neumático; y
 segundos medios reflectantes (512; 1512, 1530; 2512, 2530) dispuestos para reflejar luz desde la superficie
 rodante del neumático hacia los medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506);
 en el que dicho primer medio reflectante comprende dos o más espejos (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510)
 15 dispuestos para cooperar para reflejar luz desde los medios de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502) sobre la superficie rodante del neumático y/o dichos segundos medios reflectantes comprenden dos o más
 espejos (1512, 1530; 2512, 2530) dispuestos para cooperar para reflejar luz desde la superficie rodante del
 neumático hacia los medios de captación de imágenes (1504, 1506; 2504, 2506);
 en el que los medios de emisión de luz están dispuestos para proyectar respectivos segmentos de línea de
 20 manera que un extremo de cada segmento de línea contacte o se solape con el extremo de un segmento de
 línea adyacente, formando así una línea prolongada de luz a lo largo del neumático desde la perspectiva de un
 punto en el plano de las hojas de luz.

2. Un aparato como el reivindicado en la reivindicación 1 que es una unidad sensora portátil y que es adecuado para
 25 determinar la profundidad de rodadura de un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un
 vehículo.

3. Un aparato como el reivindicado en la reivindicación 2, en el que los medios de captación de imágenes (504, 506;
 1504, 1506; 2504, 2506) y al menos uno de dichos medios reflectantes (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510; 512;
 1512, 1530; 2512, 2530) están dispuestos de manera que, cuando la unidad está en funcionamiento, estén situados
 30 entre los dos planos que contienen las respectivas paredes laterales del neumático.

4. Un aparato como el reivindicado en la reivindicación 1 adecuado para determinar la profundidad de rodadura de
 un neumático montado sobre una rueda instalada sobre el eje de un vehículo cuando dicho vehículo se conduce
 35 encima o sobre dicho aparato.

5. Un método como el reivindicado en la reivindicación 4 en el que los primeros (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510) y
 segundos (512; 1512, 1530; 2512, 2530) medios reflectantes están dispuestos de manera que el ángulo en el que la
 luz alcanza los medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506) difiera del ángulo en el que
 40 dicha línea de luz prolongada desde el medio de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502) alcanza la
 superficie del neumático.

6. Un aparato como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior que comprende una ventana dispuesta de
 manera que la luz la atraviese cuando avance hacia la superficie del neumático y cuando avance desde la línea
 45 prolongada sobre el neumático hacia los medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506).

7. Un aparato como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior que comprende un láser dispuesto para
 proyectar un patrón de luz alargado sobre la superficie del neumático.

8. Un aparato como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior en el que dichos espejos (508, 510; 1508,
 1510; 2508, 2510; 512; 1512, 1530; 2512, 2530) tienen al menos el 90 % de la longitud de la línea de luz
 50 prolongada.

9. Un aparato como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior que comprende primeros y segundos medios
 de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506) dispuestos durante el funcionamiento para captar la
 55 imagen de respectivas primeras y segundas zonas de la superficie rodante del neumático, prolongándose la primera
 zona más hacia la pared lateral interna del neumático que la segunda zona.

10. Un aparato como el reivindicado en la reivindicación 9 en el que el segundo medio reflectante (512; 1512, 1530;
 2512, 2530) comprende una segunda superficie reflectante situada a un lado del campo de visión del primer medio
 60 de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506) en una dirección paralela al eje de la rueda.

11. Un aparato como el reivindicado en cualquier reivindicación anterior que comprende medios (2532, 2534) para
 captar la imagen de uno o ambos de los hombros o paredes laterales del neumático.

65

12. Un método de medir la rodadura de un neumático sobre un vehículo que comprende:

emitir respectivas hojas de luz coplanares desde una pluralidad de medios de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502);

5 utilizar un primer medio reflectante (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510) para reflejar luz desde el medio de emisión de luz sobre la superficie rodante del neumático;

utilizar un segundo medio reflectante (512; 1512, 1530; 2512, 2530) para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506); y

10 captar la imagen de una zona de la superficie rodante del neumático con medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506);

en el que dicho primer medio reflectante comprende dos o más espejos (508, 510; 1508, 1510; 2508, 2510) dispuestos para cooperar para reflejar luz desde el medio de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502)

15 sobre la superficie rodante del neumático y/o dicho segundo medio reflectante comprende dos o más espejos (1512, 1530; 2512, 2530) dispuestos para cooperar para reflejar luz desde la superficie rodante del neumático hacia los medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506);

en el que el medio de emisión de luz proyecta respectivos segmentos de línea de manera que un extremo de cada segmento de línea contacte o se solape con el extremo de un segmento de línea adyacente, formando así una línea prolongada de luz a lo largo del neumático desde la perspectiva de un punto en el plano de las hojas de luz.

20 13. Un método como el reivindicado en la reivindicación 12 que comprende captar la imagen de dicha zona de la superficie rodante del neumático mientras el neumático está situado encima de un aparato adaptado para llevar a cabo dichas etapas de emisión, reflexión y captación de imágenes.

25 14. Un método como el reivindicado en la reivindicación 13 en el que los ángulos en los que la luz que forma la línea prolongada sobre la superficie del neumático alcanza los medios de captación de imágenes (504, 506; 1504, 1506; 2504, 2506) difieren del ángulo o los ángulos en los que la luz desde los medios de emisión de luz (500, 502; 1500, 1502; 2500, 2502) alcanza la superficie del neumático.

30 15. Un método como el reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14 que comprende además la etapa de utilizar dicha medición de banda de rodadura automáticamente para diagnosticar defectos del neumático, el vehículo o el conductor o para predecir una vida útil restante del neumático.

Fig.1.

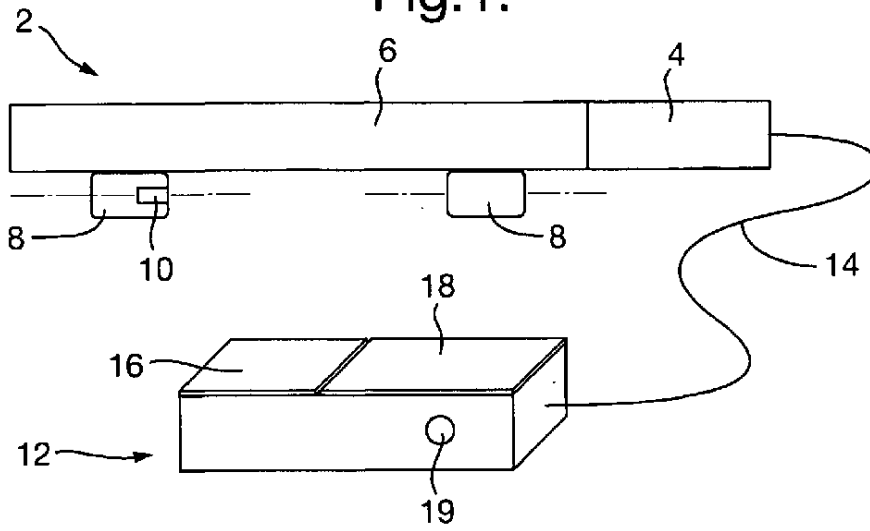


Fig.2.

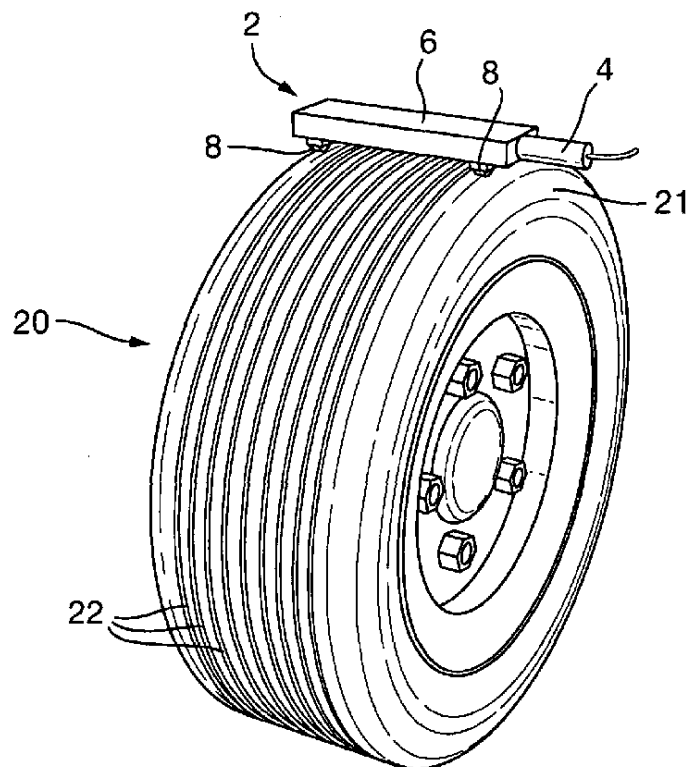


Fig.3.

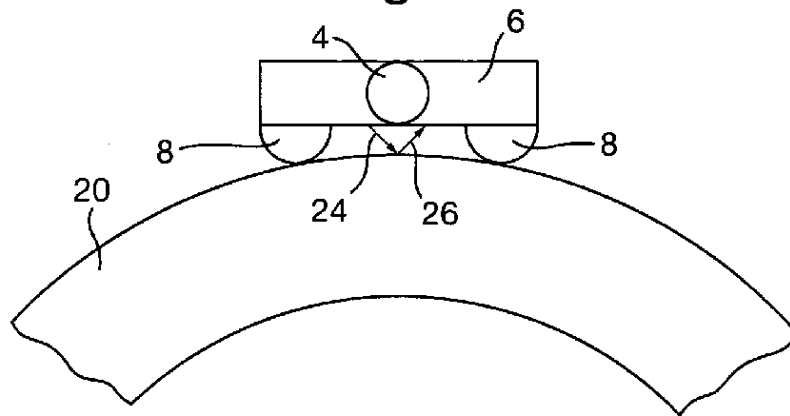


Fig.4.

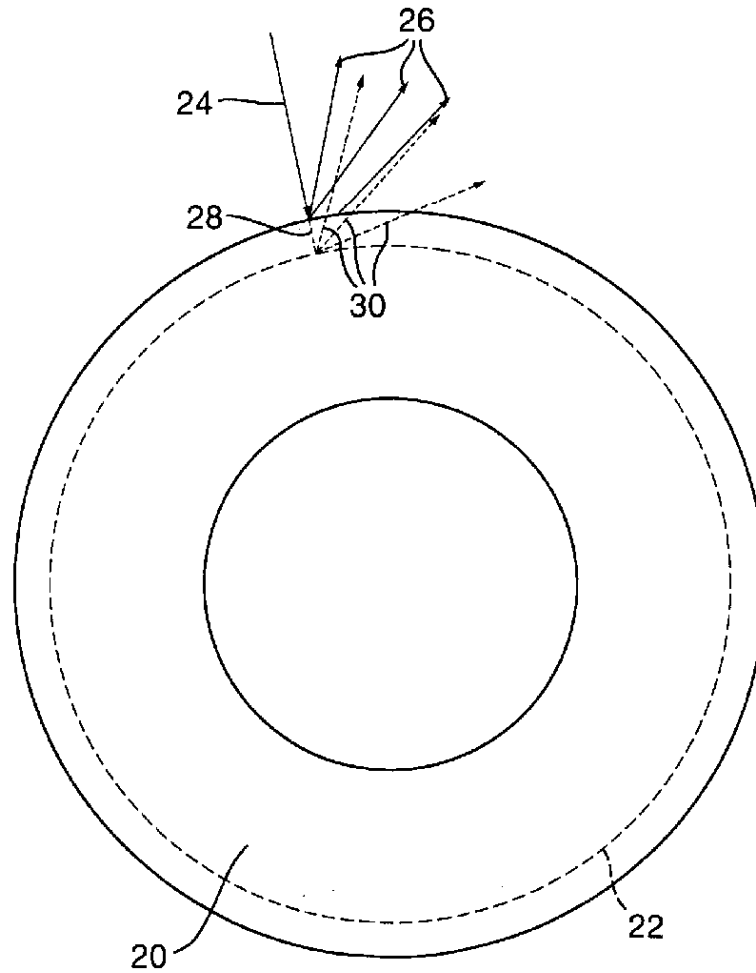


Fig.5.

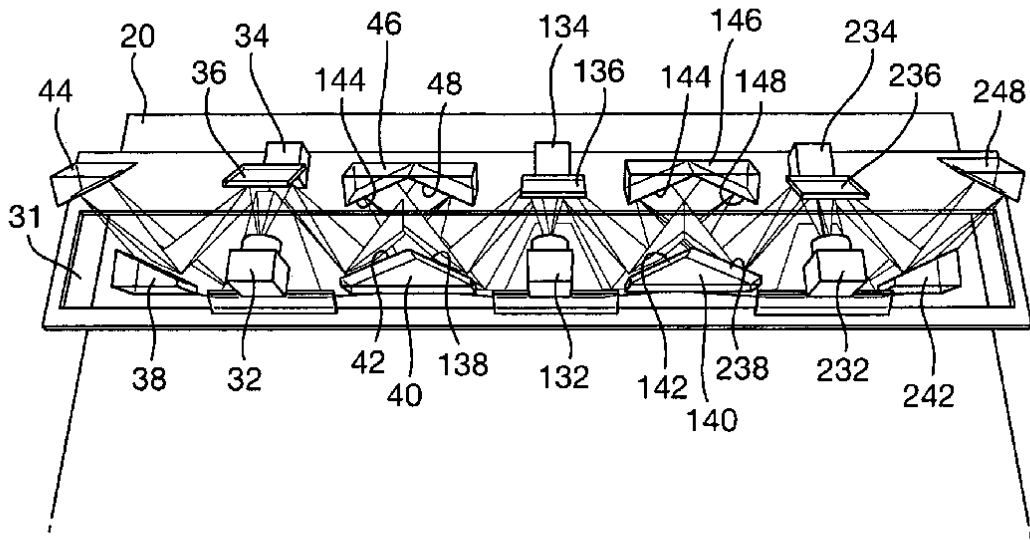


Fig.6.

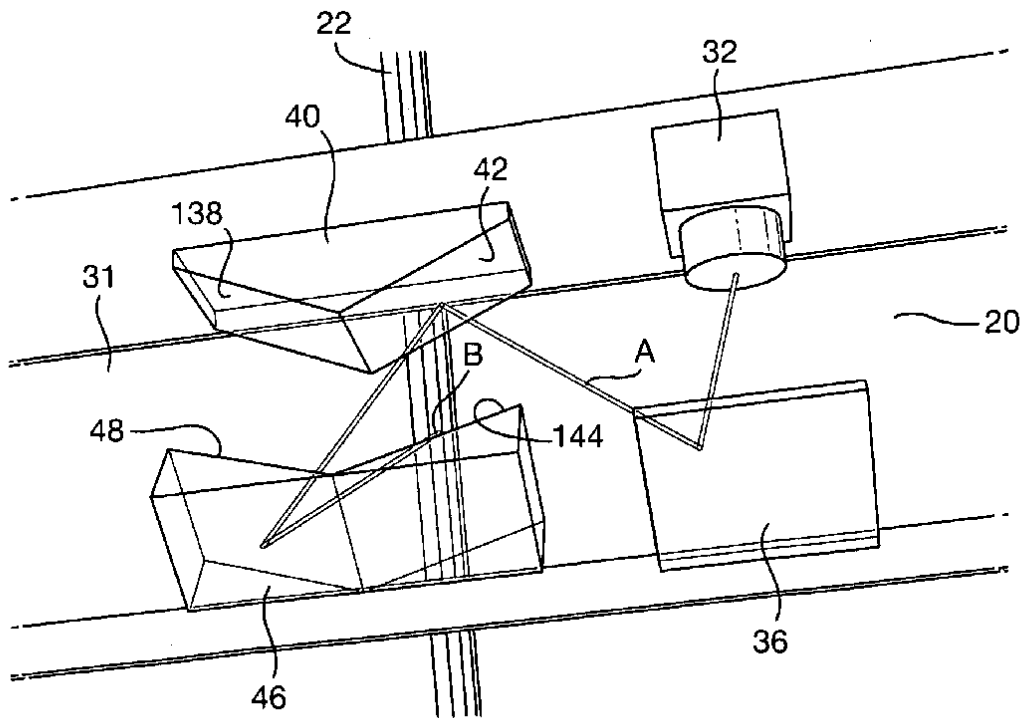


Fig.7.

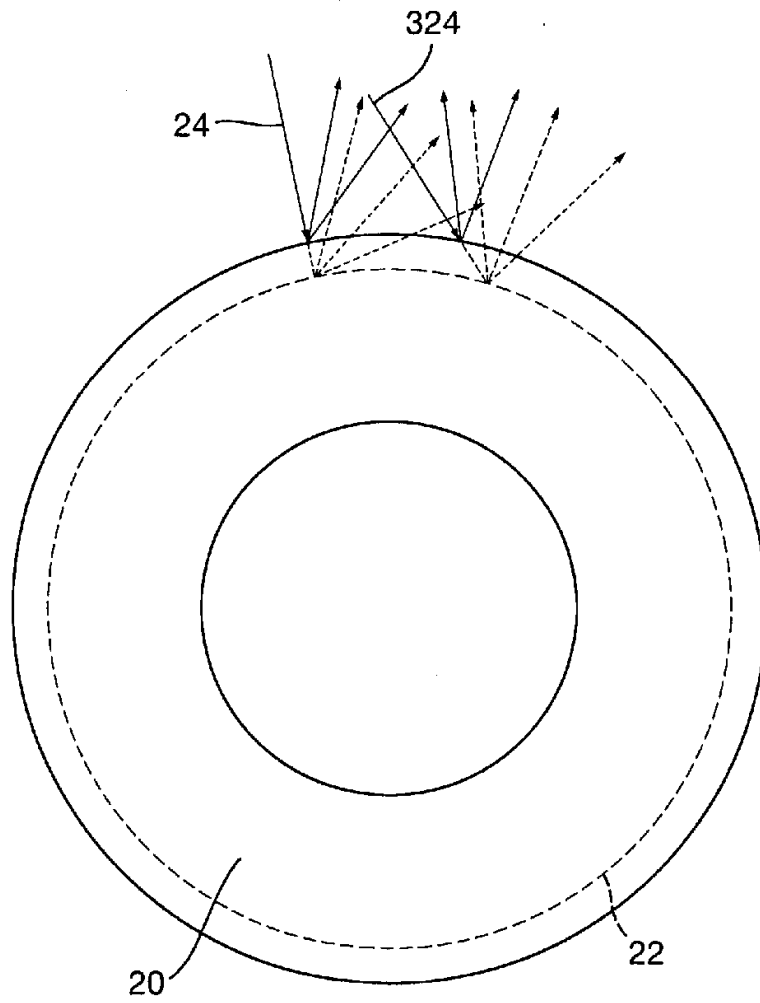


Fig.8.

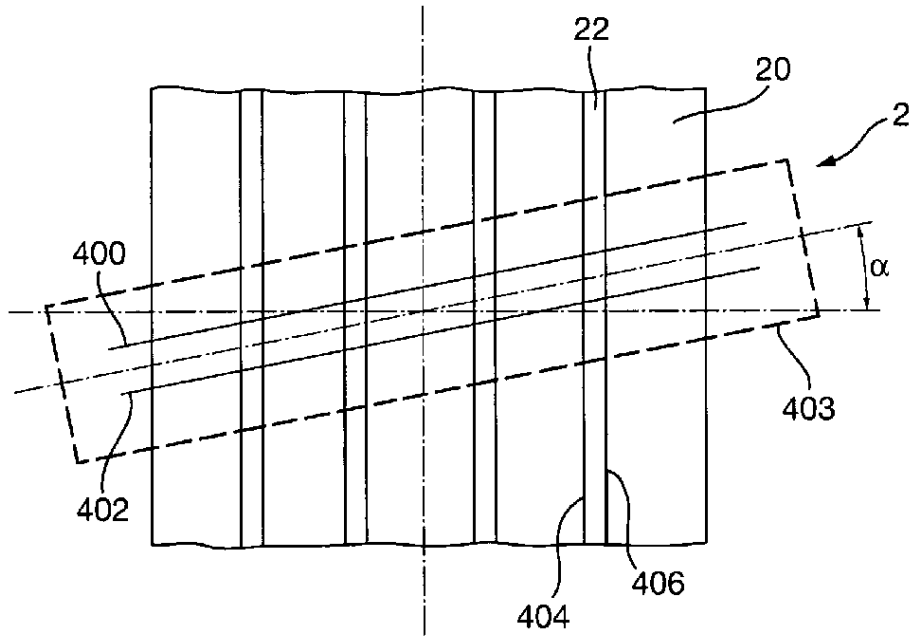


Fig.9.

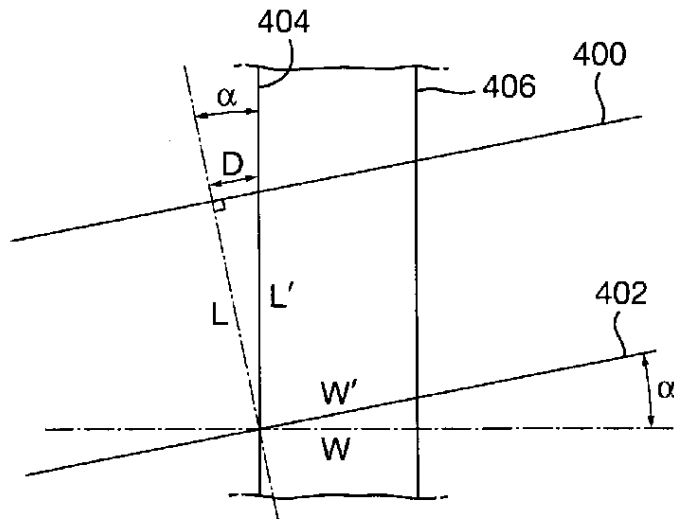
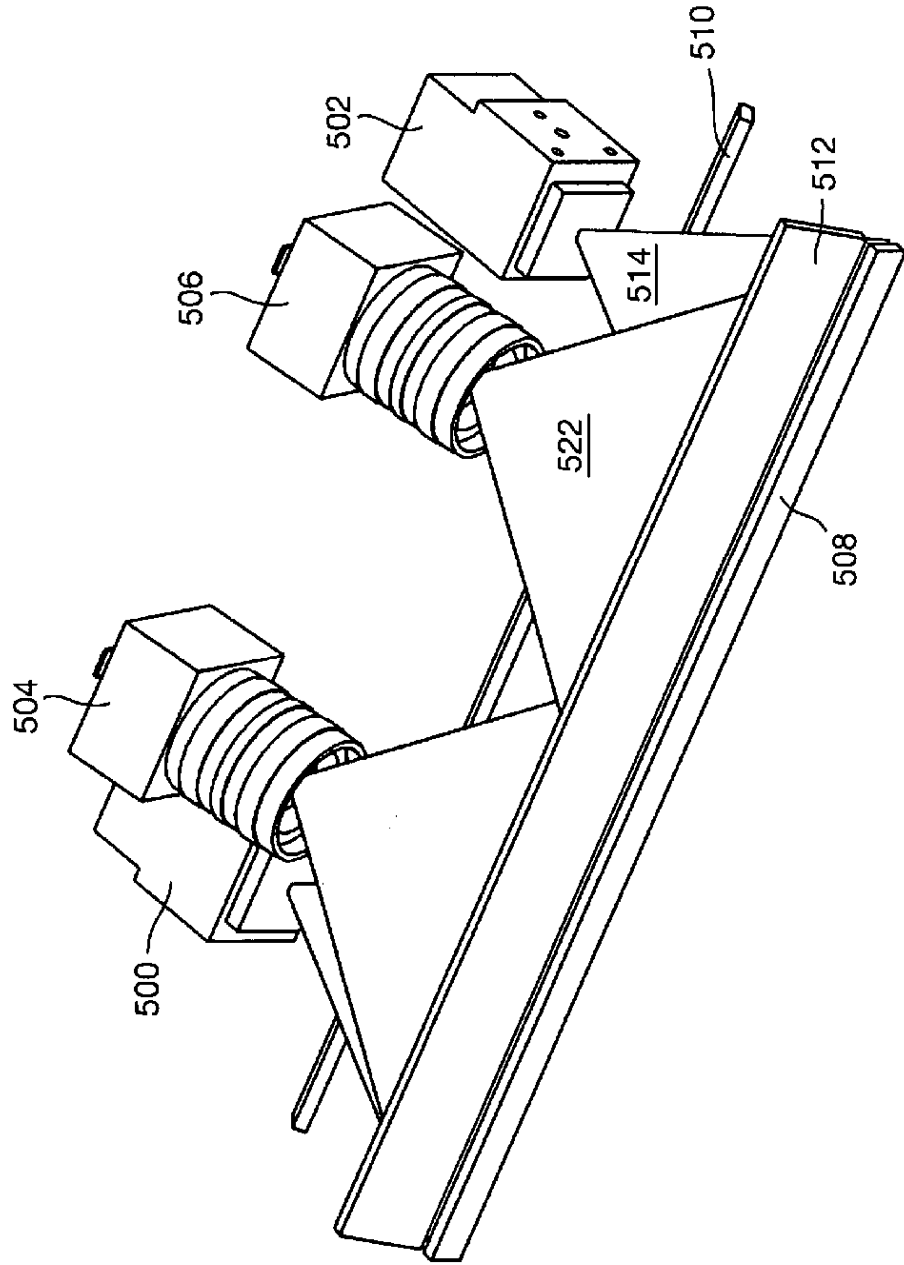


Fig.10.



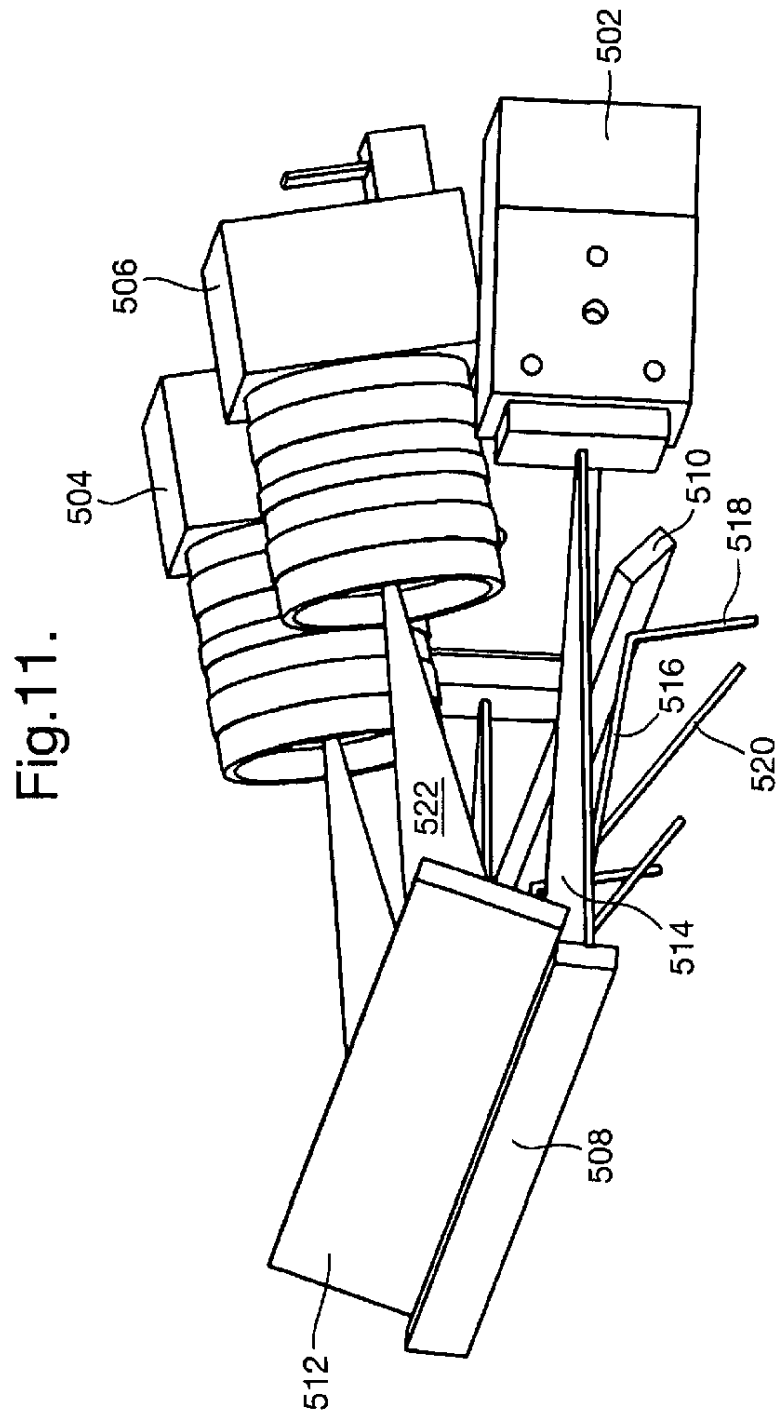


Fig.12.

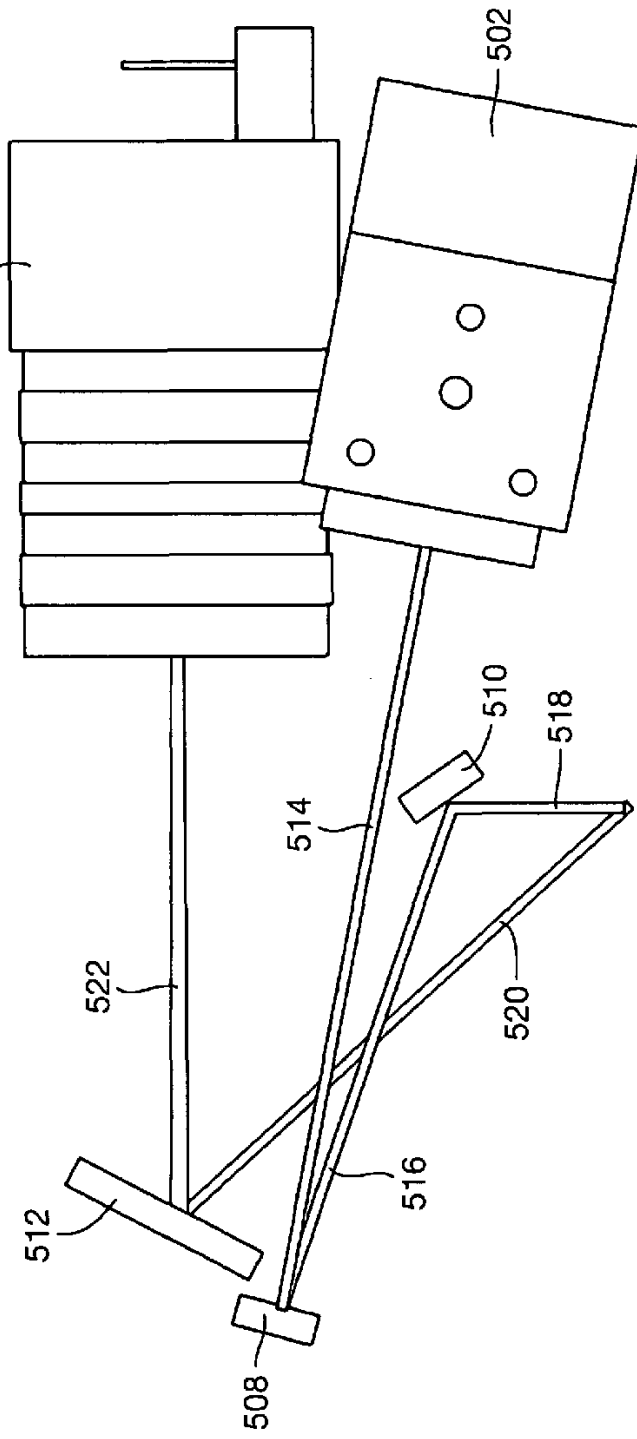


Fig.13.

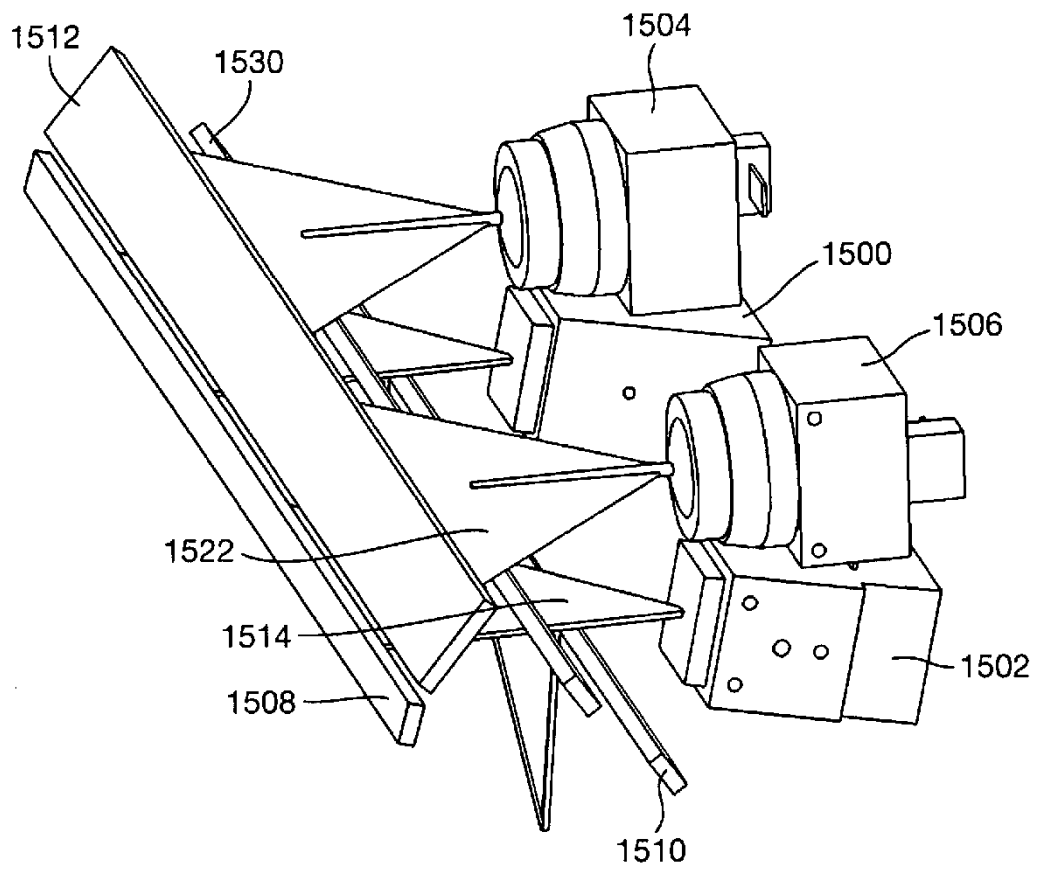


Fig.14.

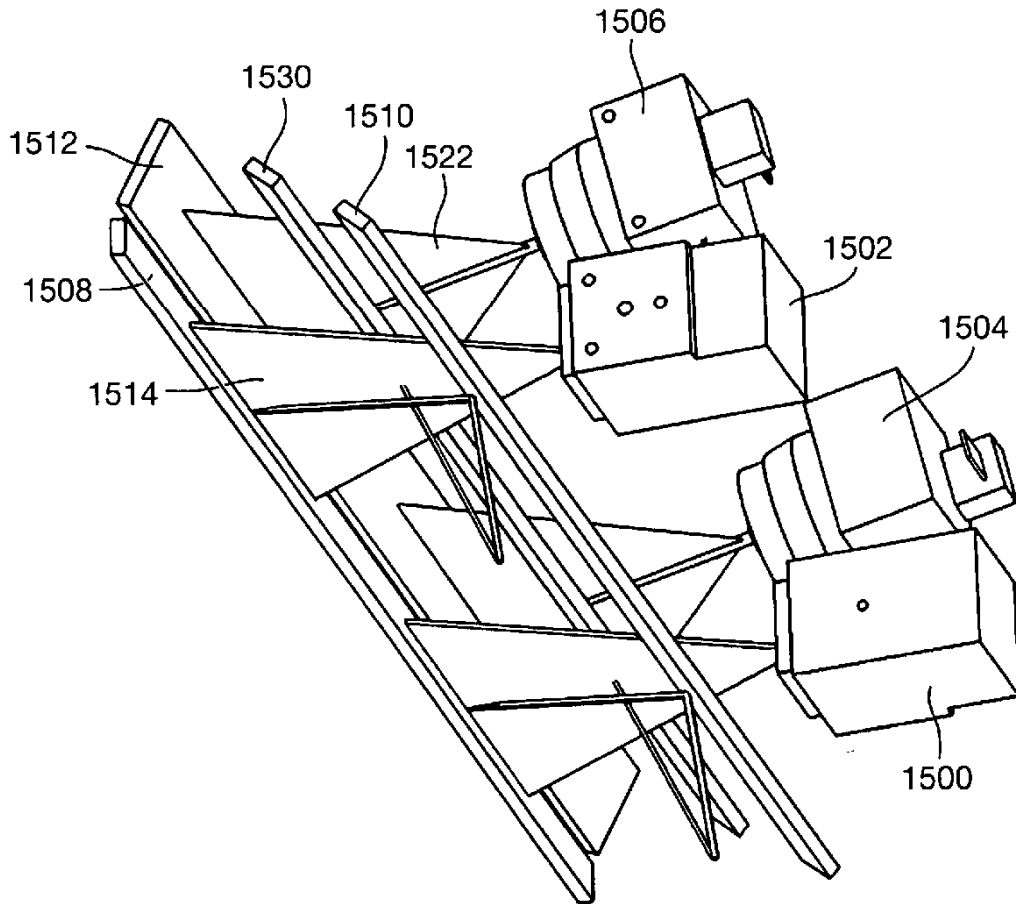


Fig.15.

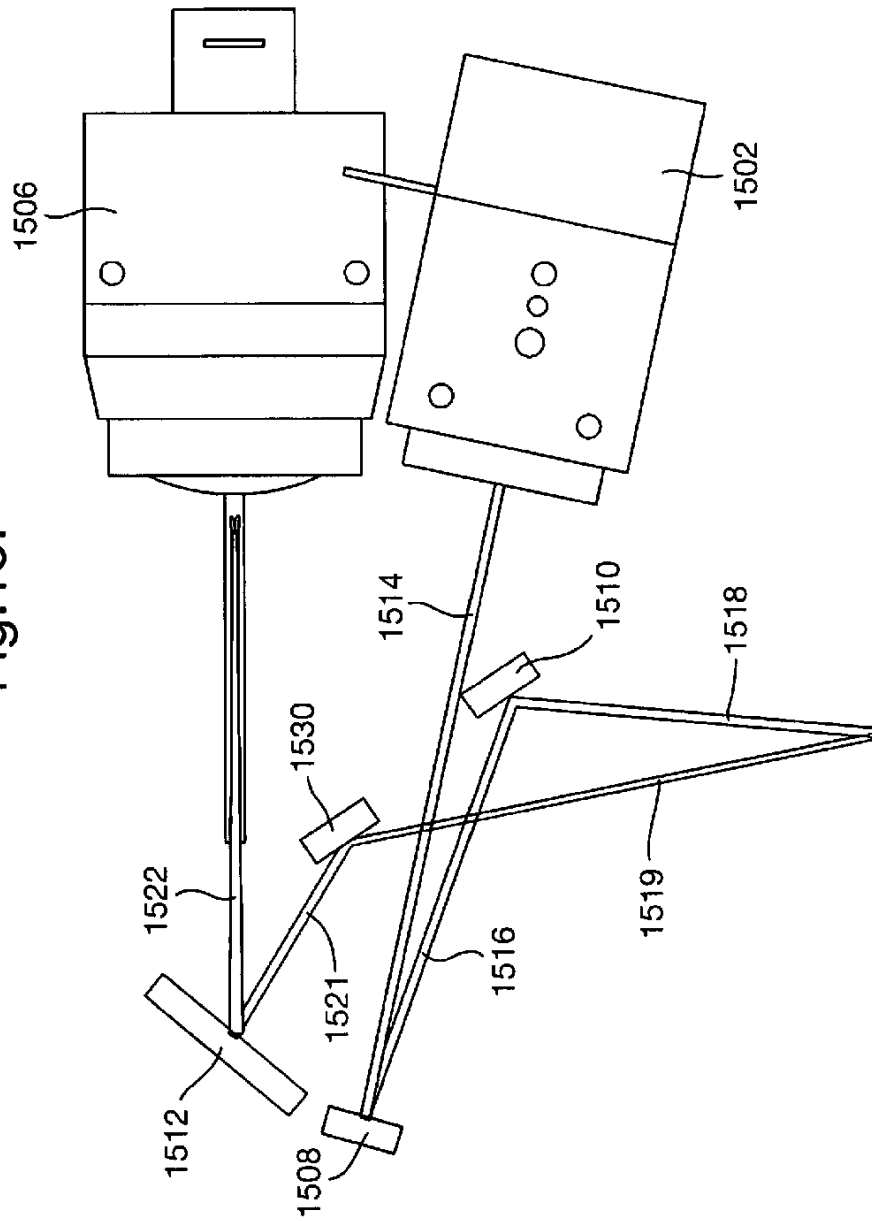


Fig.16.

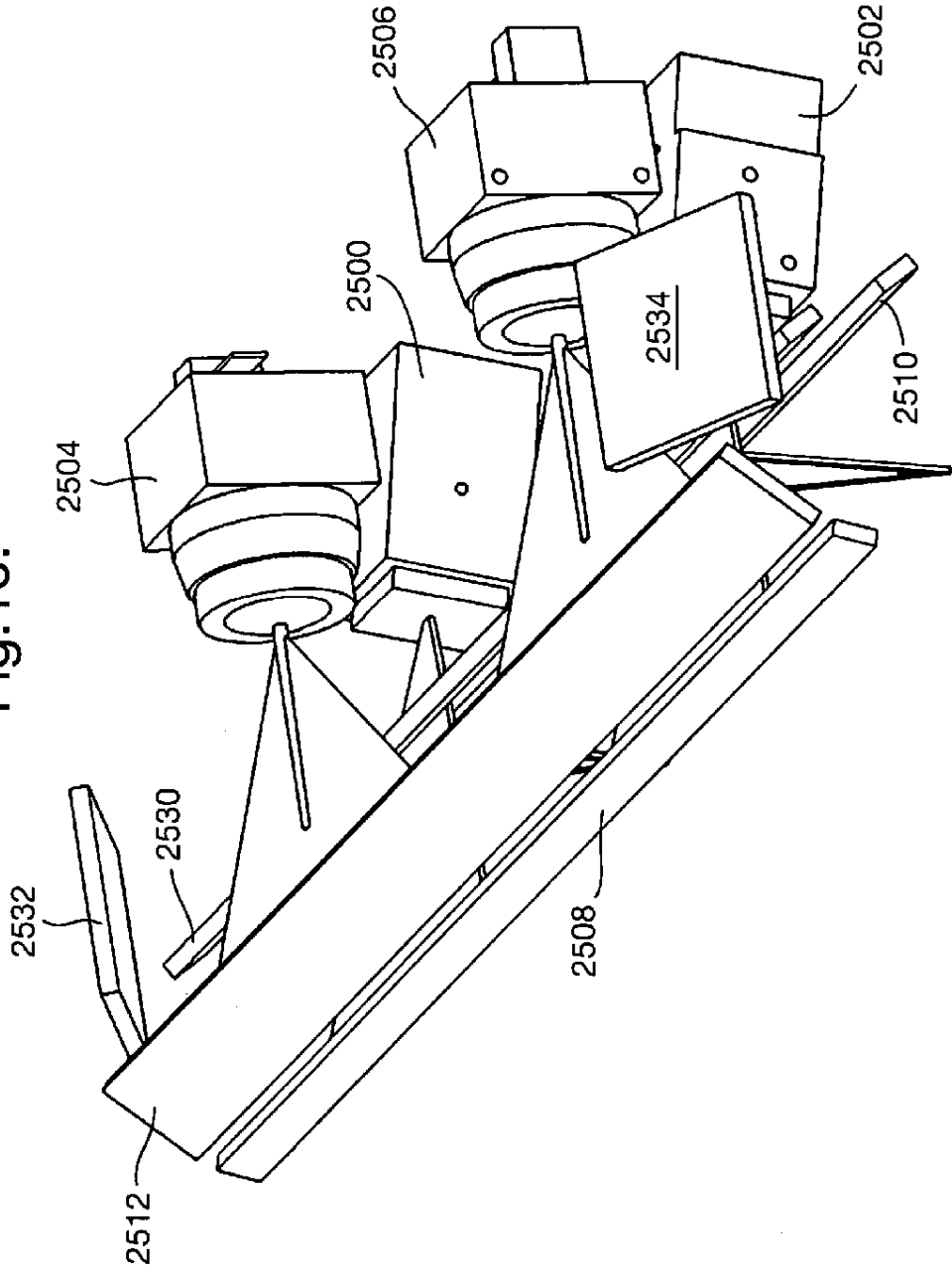


Fig.17.

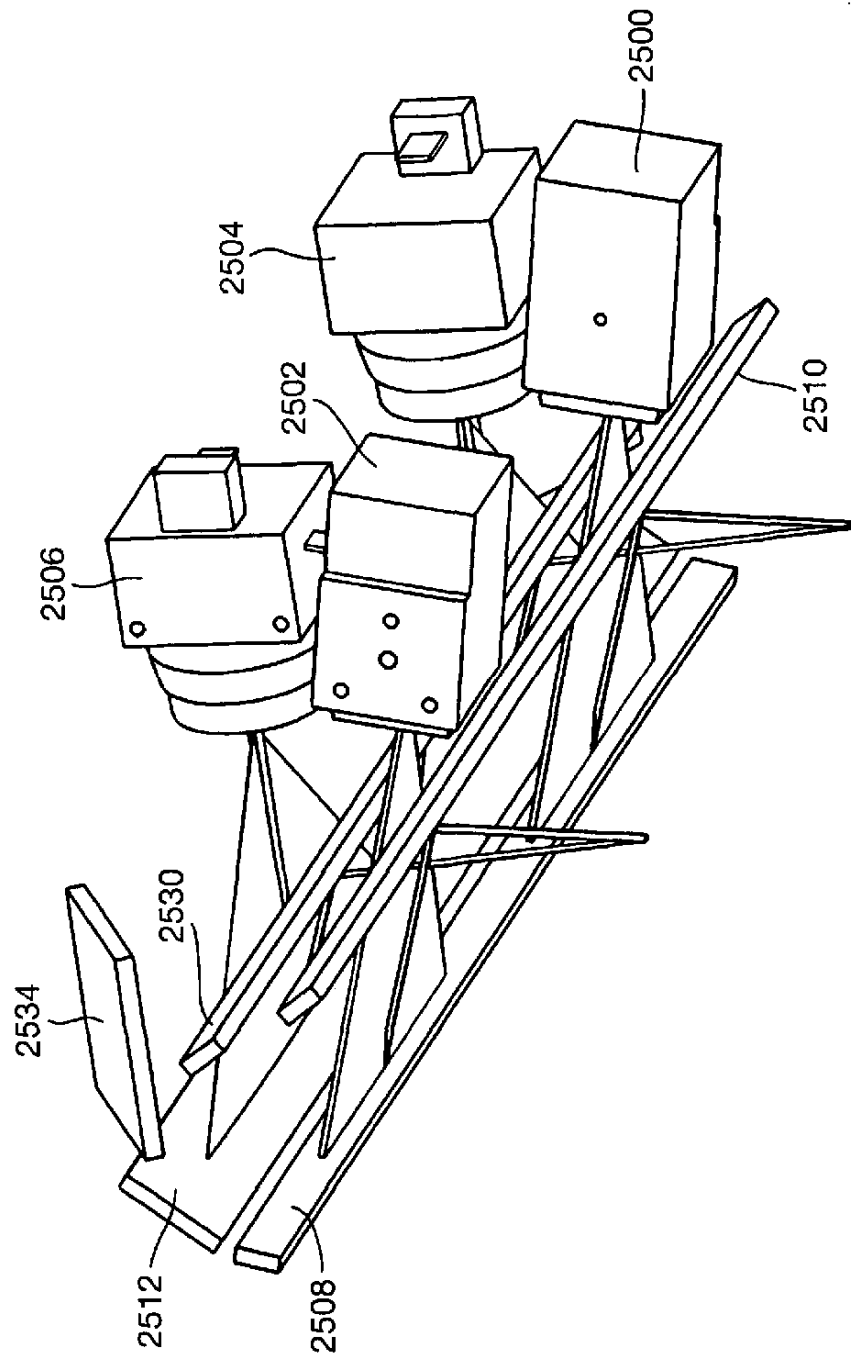


Fig.19.

