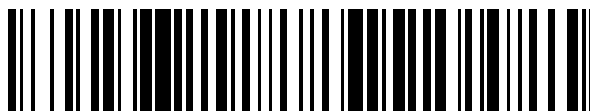


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 030**

51 Int. Cl.:

G01B 11/24 (2006.01)

G01B 11/25 (2006.01)

G01M 17/02 (2006.01)

G02B 26/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2007** **E 07856128 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013** **EP 2106530**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto, en particular del neumático de un vehículo**

30 Prioridad:

28.12.2006 DE 102006062447

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

13.05.2013

73 Titular/es:

**CHRONOS VISION GMBH (100.0%)
WIESENWEG 9
12247 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:

POGADE, WOLFGANG

ES 2 403 030 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 dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto, en particular del neumático de un vehículo

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para la captación de la superficie tridimensional de un objeto por medio de triangulación según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto mediante triangulación según el preámbulo de la reivindicación 8.

10 La captación de superficies de objetos es importante en diferentes aplicaciones. Por ejemplo en la ingeniería de tráfico existe la necesidad de controlar el estado de las superficies de los neumáticos y de medir la profundidad del perfil de los neumáticos de vehículos. En el control de tráfico o la ingeniería de tráfico, mediante una medición rápida de las profundidades del perfil de neumáticos de vehículos puede aumentarse considerablemente la seguridad de la circulación. A este respecto es deseable que la medición pueda realizarse por ejemplo también con el vehículo en movimiento. Mediante la medición de la profundidad del perfil de neumáticos de vehículos con tráfico circulante sería posible identificar vehículos con un perfil de neumático insuficiente, con lo que podría imponerse mejor el cumplimiento de las regulaciones legales.

15 Pero también en la fabricación industrial de productos es importante la captación de la superficie, por ejemplo para llevar a cabo controles de calidad o para fabricar productos en procesos automatizados.

20 En el estado de la técnica se captan o miden superficies tridimensionales por ejemplo con ayuda del procedimiento de triangulación de sección luminosa. En este caso se ilumina una superficie con un rayo luminoso o una línea de iluminación de manera oblicua y se capta el rayo luminoso reflejado de vuelta por la superficie del objeto. A partir del desplazamiento del rayo luminoso reflejado, que depende de la posición del punto de reflexión respectivo en la superficie del objeto, se determina la estructura superficial.

25 El documento DE19705047A1 muestra por ejemplo un procedimiento y un dispositivo para la medición de la profundidad del perfil del neumático de un vehículo, en el que se aplica luz láser al perfil del neumático y se capta la luz reflejada por el perfil del neumático mediante un sensor de resolución de imágenes. El sensor de resolución de imágenes observa la forma del punto luminoso y genera datos de salida conforme a la profundidad del perfil. Durante la medición se hace rotar el neumático del vehículo, para poder realizar la medición en varios puntos del perfil del neumático. La medición se realiza, por ejemplo, en un banco de pruebas de frenos, en el que gira el neumático, mientras se le aplica luz láser.

30 Los documentos WO96/37754 y DE4316984A1 muestran en cada caso procedimientos y dispositivos para la determinación de la profundidad del perfil de neumáticos de vehículos, en los que se realiza el procedimiento de triangulación de sección luminosa, moviendo el dispositivo de medición con respecto a la superficie del objeto o el neumático para captar la superficie.

35 Por ejemplo, en los documentos DE-OS1809459 y EP0469948A1 se dan a conocer procedimientos para la medición del perfil de neumáticos con tráfico circulante. En este caso se utilizan por ejemplo dispositivos de medición estacionarios desde una fosa que proyectan una única línea de medición sobre el objeto, para a partir de esto obtener una línea de perfil evaluable. Para obtener una seguridad de evaluación aumentada, están previstas varias instalaciones de este tipo unas detrás de otras.

40 El documento DE10141363A1 describe en general un dispositivo de exploración, en el que se proyecta un rayo de exploración, a través de un prisma de transmisión de luz que gira, sobre un escenario que va a analizarse. Sin embargo, el procedimiento y la disposición mostrados en el mismo no son adecuados para la triangulación porque el rayo de exploración y el rayo de reflexión se encuentran en un plano.

45 La patente estadounidense n.º 3.692.414 da a conocer un procedimiento para explorar una superficie, en el que un rayo luminoso discurre a través de un prisma rotatorio y de este modo se desplaza antes de que el rayo luminoso llegue a la superficie. Un sensor capta el rayo luminoso reflejado por la superficie.

50 El documento DE 40 29 339 A1 describe un dispositivo de exploración para superficies de medición con una fuente de rayos para un rayo luminoso puntual, que se desplaza en paralelo por medio de un cuerpo de vidrio que gira con dos superficies paralelas para explorar la superficie de medición en una dirección. El rayo luminoso puntual reflejado por la superficie de medición atraviesa también el cuerpo de vidrio, antes de que se capte por un receptor. Para superponer al movimiento longitudinal del rayo luminoso puntual un movimiento transversal, opcionalmente está previsto un segundo cuerpo de vidrio, que rota alrededor de un eje, que está orientado en perpendicular al eje de giro del primer cuerpo.

55 El documento DE 18 09 459 A1 describe una disposición para la medición de la profundidad del perfil de neumáticos de vehículos, en el que se proyecta una banda luminosa sobre la superficie del neumático. Se capta la línea escalonada que se obtiene con ello y se evalúa con el método de sección luminosa.

El documento US 2 222 937 A muestra un dispositivo de escaneo, en el que un rayo luminoso atraviesa dos prismas rotatorios dispuestos uno detrás de otro, cuyos ejes de giro están orientados en perpendicular entre sí.

- 5 El documento US 5 812 256 A muestra un sistema para el análisis óptico de la orientación de ruedas. Un rayo láser plano sitúa una línea luminosa sobre una superficie que va a analizarse y una cámara registra la línea de intersección del rayo láser con objetos presentes en la misma. Se crea un mapa topográfico tridimensional de una rueda o neumático.
- 10 El documento US 2006/0232787 A1 da a conocer un procedimiento para la captación de perfiles, en el que se proyecta una banda luminosa sobre una superficie en movimiento y se capta la luz reflejada, para determinar el perfil por medio de triangulación. De este modo, por medio de triangulación se determina la superficie de una rueda en movimiento.
- 15 El objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un dispositivo, con los que pueda medirse automáticamente una superficie de objeto en reposo con ayuda del procedimiento de triangulación o procedimiento de triangulación de sección luminosa en un tiempo muy corto y a alta velocidad. En particular debe poder medirse la profundidad del perfil de neumáticos de vehículos con tráfico circulante.
- 20 Este objetivo se soluciona mediante el procedimiento para la captación de la superficie tridimensional de un objeto según la reivindicación 1, así como mediante el dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto según la reivindicación 8. Características y detalles ventajosos adicionales se deducen de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y los dibujos.
- 25 En el procedimiento según la invención, para la captación de la superficie tridimensional de un objeto mediante triangulación se emite desde una fuente luminosa un rayo luminoso, que se proyecta inclinado sobre una superficie que va a captarse de un objeto, en el que el rayo luminoso se desplaza por medio de un prisma rotatorio en paralelo a su eje de rayo, de modo que barre la superficie con un ángulo de inclinación constante, y el rayo luminoso reflejado por la superficie del objeto también atraviesa el prisma rotatorio y se desplaza en paralelo, de modo que
- 30 vuelve a anularse el desplazamiento paralelo anterior del rayo luminoso, y el rayo luminoso reflejado se capta por un sensor óptico, para determinar, a partir de datos de imágenes que se generan por el sensor óptico, la superficie del objeto. A este respecto el rayo luminoso emitido se desvía por medio de un dispositivo de espejo, dispuesto en la trayectoria del rayo después del prisma, hacia el objeto de tal manera que el rayo luminoso reflejado por la superficie del objeto atraviesa el prisma rotatorio a través de un par de superficies de prisma distinto que el rayo luminoso
- 35 emitido.
Mediante el procedimiento según la invención, el rayo luminoso puede guiarse con una velocidad especialmente alta por la superficie del objeto, de modo que con el procedimiento de triangulación puede medirse la zona de la superficie captada por el rayo luminoso. En particular, con el procedimiento, puede captarse una zona parcial de la
- 40 superficie del neumático de un vehículo en un tiempo tan corto que es posible la medición de la profundidad del perfil con tráfico circulante.
Ventajosamente, el rayo luminoso está conformado como línea de iluminación bidimensional, que se extiende transversalmente al eje de rayo, desplazándose en paralelo la línea de iluminación que se proyecta sobre la
- 45 superficie que va a captarse durante la medición. De este modo puede captarse una zona global de la superficie, barrida por la línea de iluminación que se desplaza en paralelo.
En particular, como objeto se utiliza por ejemplo el neumático de un vehículo, determinándose a partir de los datos de imágenes la profundidad del perfil del neumático del vehículo.
- 50 Ventajosamente, el objeto se ilumina a través de un intersticio, extendiéndose la línea de iluminación en la dirección longitudinal del intersticio y barriendo durante la medición el ancho del intersticio. Esto es ventajoso en particular en el caso de la medición de la profundidad del perfil de neumático, cuando por ejemplo el intersticio está dispuesto en la superficie de la calzada. A este respecto durante un tiempo corto se aplica el rayo luminoso al neumático que va a medirse mientras éste rueda sobre el intersticio. Durante la operación de rodadura, la superficie del neumático que se encuentra sobre el intersticio está en estado de reposo con respecto al dispositivo de medición. En este tiempo, con el procedimiento según la invención puede captarse la superficie del neumático que descansa sobre el intersticio y se mide su profundidad del perfil.
- 55 Ventajosamente, el rayo luminoso emitido se dirige, tras atravesar el prisma rotatorio, por medio de un dispositivo de espejo regulable, hacia el objeto. En este caso se conserva el desplazamiento paralelo del rayo luminoso.
El rayo luminoso emitido atraviesa el prisma rotatorio, desplazándose en paralelo, y a continuación el rayo luminoso reflejado por el objeto atraviesa el prisma rotatorio una segunda vez, para volver a anular el desplazamiento paralelo provocado con la primera pasada tras la reflexión en el objeto. Es decir, el rayo de reflexión resultante del objeto de medición, por ejemplo del neumático del vehículo, en su camino hacia el sensor óptico atraviesa una segunda vez el
- 60
- 65

prisma que gira, aunque a través de un par de superficies distinto que el rayo luminoso emitido o primario. Por tanto, este rayo de reflexión resultante se desplaza en paralelo con el segundo paso a través del prisma de tal manera que vuelve a anularse el desplazamiento paralelo producido con el primer paso. De este modo el rayo de reflexión, que por ejemplo está presente como línea de perfil, no se mueve con respecto al sensor óptico, aunque la línea de iluminación o el rayo luminoso primario se desplace en paralelo durante el giro del prisma y, con ello, por ejemplo, barra todo el ancho del intersticio de observación.

Ventajosamente, el rayo luminoso emitido hacia el objeto se orienta por medio del dispositivo de espejo de tal manera que discurre en paralelo al rayo luminoso reflejado por el objeto. Como el rayo luminoso emitido hacia el objeto y el rayo luminoso reflejado por el objeto discurren en áreas amplias en paralelo entre sí, las dimensiones del dispositivo de medición pueden mantenerse especialmente reducidas. Además la distancia mutua de los dos rayos luminosos paralelos puede ajustarse según la aplicación deseada o modificarse de manera correspondiente, de modo que el campo de aplicación del dispositivo de exploración es extremadamente flexible.

Preferiblemente el rayo luminoso se desvía antes de incidir sobre el objeto por medio de espejos auxiliares de tal manera que incide de manera oblicua sobre la superficie del objeto.

Según otro aspecto de la invención se proporciona un dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto por medio de triangulación, que comprende:

una fuente luminosa, que emite un rayo luminoso para su proyección sobre una superficie que va a captarse de un objeto; un sensor óptico, que capta el rayo luminoso reflejado por la superficie y genera datos de imágenes; una unidad de evaluación, que a partir de los datos de imágenes del sensor óptico determina la superficie del objeto; y un prisma rotativo, que desplaza el rayo luminoso proyectado sobre la superficie del objeto en paralelo a su eje de rayo, de modo que barre la superficie que va a captarse con un ángulo de inclinación constante; en el que el prisma rotativo está dispuesto de tal manera que tanto el rayo luminoso emitido como el rayo luminoso reflejado por el objeto atraviesa el prisma rotativo, de modo que los dos desplazamientos paralelos del rayo luminoso se anulan mutuamente. Además el dispositivo comprende un dispositivo de espejo para desviar el rayo luminoso emitido, tras atravesar el prisma, hacia el objeto, estando dispuestos el dispositivo de espejo y el prisma de tal manera que el rayo luminoso reflejado por la superficie del objeto atraviesa el prisma rotatorio a través de un par de superficies de prisma distinto que el rayo luminoso emitido.

Las ventajas del dispositivo según la invención se describen mediante el procedimiento según la invención.

Ventajosamente la fuente luminosa está configurada de tal manera que el rayo luminoso está conformado como línea de iluminación, que se extiende de manera transversal a la dirección del rayo, encontrándose el eje de giro del prisma en el plano de la línea de iluminación. De este modo la línea de iluminación, al atravesar el prisma rotatorio, se desplaza en paralelo, de modo que se barre una zona de la superficie mediante la línea de iluminación que se desplaza en paralelo.

Ventajosamente el objeto es el neumático de un vehículo, y el dispositivo de evaluación está configurado para la determinación de la profundidad del perfil del neumático del vehículo a partir de los datos de imágenes.

En particular el prisma rotativo tiene por ejemplo una cantidad par de superficies. En este caso el prisma rotativo tiene superficies de prisma opuestas en cada caso, orientadas en paralelo entre sí, a través de las que se guía el rayo luminoso emitido.

Preferiblemente el dispositivo comprende una pared, en la que está formado un intersticio, a través del cual se ilumina el objeto, extendiéndose el intersticio en paralelo a la línea de iluminación, es decir en su dirección longitudinal. A este respecto la pared puede estar integrada, por ejemplo, en una superficie de calzada, de modo que los neumáticos de vehículos, que se mueven sobre la calzada, ruedan sobre el intersticio y de este modo durante un tiempo corto se les aplica el rayo luminoso o la línea de iluminación. En este tiempo puede desplazarse la línea de iluminación en paralelo por el ancho del intersticio, de modo que puede medirse toda la zona de superficie del objeto o neumático del vehículo que se encuentra sobre el intersticio.

En particular las dimensiones del prisma pueden seleccionarse de tal manera que el desplazamiento paralelo de la línea de iluminación proyectada hacia la superficie que va a captarse corresponda esencialmente al ancho del intersticio.

Preferiblemente el dispositivo óptico tiene al menos un par de espejos con espejos inclinados uno respecto a otro, para dirigir el rayo luminoso hacia el objeto, mientras se desplaza en paralelo. De este modo se conserva el desplazamiento paralelo, provocado por el prisma rotatorio, también después de la reflexión en el par de espejos.

Preferiblemente el par de espejos puede desplazarse en la dirección del rayo y por ejemplo puede ajustarse el ángulo entre los dos espejos. De este modo puede regularse con precisión el par de espejos, para orientar el rayo luminoso o de medición exactamente sobre la superficie de medición.

El prisma rotativo está dispuesto en la trayectoria del rayo de tal manera que tanto el rayo luminoso emitido como el rayo luminoso reflejado por el objeto atraviesa el mismo prisma, de modo que los dos desplazamientos paralelos del rayo luminoso se anulan mutuamente al atravesar respectivamente el prisma. De este modo el rayo luminoso reflejado por el objeto o la línea de perfil reflejada por el objeto siempre incide en el mismo punto sobre el sensor óptico, que por ejemplo es una cámara o parte de una cámara. Es decir, la variación temporal, que resulta del desplazamiento paralelo sobre la superficie del objeto, de la línea de perfil se capta mediante el sensor óptico y a continuación puede evaluarse.

Ventajosamente el dispositivo óptico está configurado de tal manera que el rayo luminoso emitido hacia el objeto discurre esencialmente en paralelo al rayo luminoso reflejado por el objeto.

En particular, el dispositivo óptico puede comprender espejos auxiliares, que están dispuestos de manera adyacente al objeto y desvían el rayo luminoso dirigido al objeto de tal manera que incide de manera oblicua sobre la superficie del objeto. De este modo puede realizarse el procedimiento de triangulación también en caso de una trayectoria del rayo esencialmente paralela.

Preferiblemente el dispositivo comprende una carcasa, que presenta ventanas con superficies de autolimpieza, a través de las cuales se guía el rayo luminoso emitido y/o reflejado por el objeto.

A continuación se describe la invención a modo de ejemplo mediante dibujos, en los que:

la figura 1 muestra básicamente una primera forma de realización preferida del dispositivo según la invención en una vista en corte;

la figura 2 muestra una representación en perspectiva del dispositivo según la invención durante la medición del perfil de un neumático de vehículo como objeto;

las figuras 3a-d representan esquemáticamente el desarrollo temporal de la medición de un perfil de neumático;

la figura 4 muestra un dispositivo según una segunda forma de realización preferida de la invención en una vista en corte esquemática, estando configurada la trayectoria del rayo en paralelo;

las figuras 5a y 5b representan el procedimiento de triangulación de sección luminosa en el ejemplo de la medición de una superficie lisa;

las figura 6a y 6b representan el procedimiento de triangulación de sección luminosa en el ejemplo de una superficie irregular; y

la figura 7 muestra un ejemplo de un fotograma, creado con el dispositivo según la invención y el procedimiento según la invención.

Las ventajas y características que se describen en relación con el dispositivo según la invención, también son válidas para el procedimiento según la invención y viceversa.

La figura 1 muestra un dispositivo 10 de medición, que representa una primera forma de realización preferida de la invención y está configurado para la captación de la superficie tridimensional de un objeto. El dispositivo 10 de medición tiene una fuente 11 luminosa en forma de láser, que emite un rayo 12a luminoso, así como un prisma 13 rotativo y un dispositivo 14 de espejo, que están dispuestos uno detrás de otro en la trayectoria del rayo. Además el dispositivo 10 de medición comprende un sensor 15 óptico, que por ejemplo está configurado como cámara y capta el rayo 12b luminoso reflejado por un objeto 16 que va a medirse. Además está prevista una unidad 17 de evaluación, que recibe los datos de imágenes generados por el sensor 15 óptico y a partir de los datos de imágenes determina el desarrollo de la superficie del objeto 16.

En el presente ejemplo, el láser 11 está configurado de tal manera que como rayo 12a luminoso emite una línea de iluminación, que se extiende de manera transversal a la dirección del rayo, es decir, en la figura 1 discurre en perpendicular al plano del dibujo. El prisma 13 rotativo tiene un eje 18 de giro, que está dirigido en perpendicular a la dirección del rayo, de modo que el rayo 12a luminoso procedente del láser incide sucesivamente sobre las diferentes superficies 13a, 13b, 13c, etc. del prisma 13 y atraviesa el prisma 13. En una superficie 13e, opuesta a la superficie 13a a través de la cual entra el rayo 12a luminoso, el rayo 12a luminoso sale del prisma. En este caso los pares de superficies, a través de los que entra y sale el rayo 12a luminoso, están dirigidos en cada caso en paralelo entre sí, de modo que el rayo 12a luminoso, al girar el prisma 13, se desplaza en paralelo de manera continua alrededor del eje 18 de giro en una dirección. El desplazamiento paralelo se produce por el efecto óptico de la placa planoparalela, que en el presente caso se forma por las superficies 13a, 13e de prisma paralelas opuestas en cada caso. Una vez que debido al giro del prisma 13 se produce la entrada y salida del rayo 12a luminoso a través del siguiente par de

superficies de prisma, el rayo luminoso que sale del prisma 13 vuelve a su posición original y comienza un nuevo desplazamiento paralelo.

El dispositivo 14 de espejo está dispuesto en la trayectoria del rayo por detrás del prisma 13 y está compuesto por un primer espejo 14a con reflexión superficial y un segundo espejo 14b con reflexión superficial. Los espejos 14a, 14b con reflexión superficial están inclinados uno respecto a otro, de modo que el rayo 12a luminoso incide sucesivamente sobre las dos superficies de espejo y se dirige en dirección hacia el objeto 16. Los dos espejos 14a, 14b están unidos entre sí mediante una bisagra 19 de unión. Mediante la bisagra 19 de unión el segundo espejo 14b puede bascular con respecto al primer espejo 14a en una en una dirección de basculación K.

Todo el dispositivo 14 de espejo puede desplazarse en una dirección L, que es igual a la dirección del eje de rayo del rayo 12a luminoso. La basculación K del espejo 14b y el desplazamiento L de todo el dispositivo 14 de espejo se provocan mediante unidades de accionamiento no representadas en la figura.

Mediante el dispositivo 14 de espejo y el prisma 13 rotatorio, que presenta un número par de superficies de prisma, el rayo 12a luminoso se desplaza en paralelo al eje de rayo, mientras incide sobre la superficie 16a del objeto 16. De este modo el ángulo de inclinación α , con el que el rayo 12a luminoso incide sobre la superficie del objeto se mantiene constante, mientras el rayo 12a luminoso que se desplaza en paralelo barre la superficie del objeto.

El dispositivo 14 de espejo y el prisma 13 están dispuestos de tal manera que también el rayo 12b luminoso reflejado por el objeto 16 atraviesa el prisma 13, entrando y saliendo a su vez a través de un par de superficies de prisma opuestas.

En el presente caso, el rayo 12a luminoso emitido por el láser y el rayo 12b luminoso reflejado por el objeto 16 atraviesan el prisma 13 en perpendicular entre sí, es decir, el eje 18 de giro del prisma así como los dos rayos 12a y 12b luminosos que atraviesan el prisma 13 están dirigidos entre sí de manera ortogonal.

Mediante la configuración geométrica del prisma 13 y del dispositivo 14 de espejo con el desarrollo del rayo que se obtiene de este modo, el rayo 12b luminoso que sal del prisma 13 siempre permanece en la misma posición y con una dirección del rayo inalterada. Es decir, el desplazamiento paralelo del rayo 12a luminoso con la primera pasada a través del prisma 13 se anula de nuevo mediante el desplazamiento paralelo del rayo 12b luminoso con la segunda pasada a través del prisma 13. De este modo la cámara o el sensor 15 óptico y todo el dispositivo 10 de medición con el prisma 13 rotatorio permanece en estado de reposo con respecto a la superficie 16a del objeto 16, mientras el rayo 12a luminoso o la línea de iluminación barre la superficie 16a.

La figura 2 muestra el dispositivo 10 de medición en una representación esquemática en perspectiva en la medición de un perfil de neumático. A este respecto los elementos y componentes del dispositivo 10 de medición, que ya se han descrito haciendo referencia a la figura 1, se han identificado con los mismos números de referencia que en la figura 1.

El dispositivo 10 de medición mostrado en la figura 2 comprende adicionalmente una carcasa 21, en la que están dispuestas las partes del dispositivo de medición, tal como ya se han descrito en la figura 1. La carcasa 21 tiene una función protectora. A este respecto el prisma 13 se acciona por un motor 22 de prisma, que provoca el giro del prisma 13 alrededor del eje 18 de giro. El prisma 13 está rodeado por un dispositivo 28 antirreflexión. En el dispositivo 14 de espejo está dispuesto un mecanismo 23 de basculación, que bascula el espejo 14b para su regulación. En el presente caso el dispositivo 23 de basculación está configurado como husillo giratorio, para ajustar de manera exacta el ángulo entre el primer espejo 14a y el segundo espejo 14b.

En la carcasa 21 está dispuesta una ventana 24 de salida, a través de la cual el rayo 12a luminoso emitido hacia el objeto 16 sale del espacio interno de la carcasa 21, así como una ventana 25 de entrada, a través de la cual el rayo 12b luminoso reflejado por el objeto 16 vuelve a entrar en el espacio interno de la carcasa 21, para atravesar una segunda vez el prisma 13 y a continuación incidir sobre la cámara o el sensor 15 óptico. Las ventanas 24 y 25 de la carcasa 21 tienen superficies, que presentan el efecto de Loto conocido para la autolimpieza, de modo que las ventanas 24, 25 en caso de un ensuciamiento pueden limpiarse automáticamente con un chorro de agua pulverizada.

El objeto 16 es, en el ejemplo mostrado en este caso, el neumático de un vehículo, del que se determina la profundidad del perfil por medio del dispositivo 10 de medición en forma de un escáner para neumáticos 3D. En el caso del procedimiento aquí representado y la disposición mostrada, el rayo 12a luminoso que se emite hacia el objeto 16 y el rayo 12b luminoso reflejado por el objeto 16, en su camino desde el espejo 12b hacia el objeto 16 o respectivamente desde el objeto 16 hacia el prisma 13 rotativo, están inclinados en toda su longitud uno respecto a otro.

También en el ejemplo mostrado en este caso, el rayo 12a luminoso está conformado como línea de iluminación, que se extiende de manera transversal a la dirección del rayo y se proyecta como línea luminosa sobre el objeto 16.

- A este respecto la línea luminosa se proyecta a través de un intersticio 26, que está dispuesto en una pared 27, sobre el objeto 16, que en este caso es el neumático de un vehículo. A este respecto la dirección longitudinal del intersticio 26 se extiende a lo largo de la línea de iluminación formada por el rayo 12a luminoso. El ancho del intersticio 26 de observación está dimensionado de tal manera que el rayo 12a luminoso o la línea de iluminación
- 5 incide durante todo el desplazamiento paralelo sobre la superficie del neumático 16. Es decir, la línea de iluminación se ajusta de tal manera que se sitúa en paralelo al intersticio de observación y ocupa su longitud. Las medidas del prisma 13 se seleccionan de tal manera que el desplazamiento de la línea de iluminación mediante el giro del prisma 13 barre exactamente el ancho del intersticio 26.
- 10 La disposición de las superficies del prisma 13 se encarga de que se produzca un cambio del plano de exploración cuando, debido a la rotación del prisma 13, se produce un cambio de la superficie lateral o superficie de prisma situada en la trayectoria del rayo de la línea de iluminación.
- 15 Mediante la inclinación de la línea de iluminación o rayo 12a luminoso con respecto a la vertical imaginaria de la superficie del objeto, la línea de iluminación con la reflexión en la superficie del objeto 16 varía debido a su estructura superficial dando lugar a una línea de perfil, que forma el rayo 12b luminoso reflejado. De este modo, por medio de triangulación puede determinarse la profundidad del perfil del neumático y medirse la estructura superficial. La vertical imaginaria de la superficie de observación está representada en la figura 2 mediante la flecha U.
- 20 Las figuras 3a a 3b muestran una medición del perfil de neumáticos como configuración especial del procedimiento según la invención para la captación de superficies de objetos. A este respecto en cada caso el dispositivo de medición está representado esquemáticamente con el láser 11, el prisma 13 rotatorio, el dispositivo 14 de espejo y la cámara 15 como sensor óptico. Como objeto 16 el neumático de un vehículo rueda sobre una superficie 31 de
- 25 calzada, en la que está dispuesto el intersticio 26 de observación. Mientras el neumático 16 rueda sobre el intersticio 26, tal como se representa en las figuras 3a, 3b, 3c y 3d en diferentes fases, una zona del neumático 16 del vehículo se expone como superficie en reposo sobre el intersticio 26 de observación. La dirección de desplazamiento está representada mediante la flecha F y el giro del neumático que rueda, mediante la flecha R.
- 30 Mientras la superficie del neumático descansa, durante la rodadura, sobre el intersticio 26, el prisma 13 gira alrededor de su eje 18 de giro y adopta las diferentes posiciones que se muestran en las figuras 3a - 3d.
- 35 Al inicio de la medición (figura 3a) el rayo 12a luminoso de medición, tras atravesar el prisma 13, está desplazado en paralelo, de modo que incide en el borde derecho del intersticio 26 sobre la superficie del neumático, y se refleja desde la misma. La línea de iluminación sobre la superficie del neumático, que en la figura se extiende en perpendicular a la superficie del dibujo, forma tras la reflexión una línea de perfil. El rayo 12b luminoso reflejado, que forma la línea de perfil, atraviesa a su vez el prisma 13 y con ello también se desplaza en paralelo, antes de incidir sobre la cámara 15.
- 40 En la segunda fase de la operación de rodadura (figura 3b) el rayo luminoso emitido por el láser 11 atraviesa en perpendicular las superficies de prisma, de modo que no se produce un desplazamiento paralelo. Tras el desvío mediante el dispositivo 14 de espejo, el rayo 12a luminoso incide como línea de iluminación a través del intersticio 26 sobre la superficie del neumático 16. Desde ésta se refleja como línea de perfil en dirección al prisma 13, atravesando el rayo 12b luminoso reflejado, en perpendicular al rayo 12a luminoso emitido, el prisma 13. A este respecto debido a la superficie de prisma paralela, al atravesar el prisma 13 tampoco se produce un desplazamiento
- 45 paralelo del rayo 12b luminoso. El rayo 12b luminoso reflejado, que es una línea de perfil, alcanza la cámara 15, que capta la línea de perfil.
- 50 En las dos fases siguientes de la operación de medición, que se muestran en las figuras 3c y 3d, el prisma 13 sigue rotando, de modo que el rayo 12a luminoso conformado como línea de iluminación sigue desplazándose en paralelo en la dirección del ancho del intersticio 26 hacia la izquierda, hasta que alcanza el borde izquierdo del intersticio 26 (figura 3d). Al atravesar dos veces el prisma 13, el rayo 12b luminoso reflejado siempre permanece en una posición constante en el lugar del sensor 15 óptico, mientras el rayo 12a luminoso emitido hacia el objeto barre la superficie del objeto. Después de que el rayo luminoso se haya desplazado en paralelo por el ancho del intersticio y se haya captado la zona expuesta de la superficie del neumático, la superficie del neumático al seguir rodando se separa del
- 55 intersticio 26.
- 60 La figura 4 muestra esquemáticamente una forma de realización preferida de la invención, en la que el rayo 12a luminoso guiado hacia la superficie del objeto y el rayo 12b luminoso reflejado por la superficie del objeto discurren en su mayor parte en paralelo entre sí. Para ello, el dispositivo 40 de medición mostrado en la figura 4 presenta un par de espejos 41, 42 auxiliares, que están dispuestos relativamente cerca del objeto 16 que va a captarse. Los elementos y componentes del dispositivo 40 de medición, que esencialmente tienen la misma función o la misma construcción que los del dispositivo 10 de medición, están identificados en la figura 4 con los mismos números de referencia que en las figuras 1 - 3 y ya se describieron en las mismas.
- 65 En el caso del dispositivo 40 de medición, el prisma 13 rotativo o prisma giratorio y el dispositivo 14 de espejo están dispuestos en la trayectoria del rayo de tal manera que el rayo 12b luminoso reflejado por el objeto discurre en una

zona P del rayo 12a luminoso emitido en paralelo al mismo. A este respecto los dos rayos 12a y 12b luminosos atraviesan el prisma 13 con un ángulo entre sí, que es igual que el ángulo que forman las respectivas superficies de prisma entre sí, a través de las que discurren los dos rayos 12a y 12b luminosos.

- 5 Los dos espejos 41 y 42 auxiliares desvían el rayo 12a luminoso, que discurre en la zona P en paralelo al rayo 12b luminoso reflejado, antes de incidir sobre la superficie del objeto 16, de tal manera que el rayo 12a luminoso incide de manera oblicua o inclinada sobre la superficie y de este modo satisface los requisitos para la realización del procedimiento de triangulación de sección luminosa.
- 10 De este modo puede variarse la distancia entre la unidad 40 de medición y el objeto 16 en un intervalo muy amplio. Una regulación del rayo 12a luminoso emitido hacia el objeto 16, que representa el rayo de exploración, ya no tiene que realizarse obligatoriamente mediante la regulación del espejo 14b del dispositivo 14 de espejo. Los espejos 14a y 14b del dispositivo 14 de espejo se ajustan en esta forma de realización de tal manera que el rayo 12a en la zona P discurre en paralelo al rayo 12b reflejado a una distancia Z con respecto al mismo. Con los dos espejos 41 y 42 auxiliares se garantiza el ángulo de exploración correcto al incidir sobre el objeto 16. Los espejos 41, 42 auxiliares están colocados en una parte de aparato Y separada del dispositivo 40 de medición. El resto de partes del dispositivo 40 de medición están colocadas en la parte de aparato X, que está separada espacialmente de la parte de aparato Y. Debido al desarrollo del rayo paralelo, las dos partes de aparato X e Y pueden presentar una distancia entre sí que puede cambiar dentro de límites amplios, con lo que pueden ampliarse los campos de aplicación de este dispositivo de exploración.
- 20

Para explicar el procedimiento de triangulación de sección luminosa, que se aplica en la presente invención, sirven en primer lugar las figuras 5a y 5b. En el procedimiento de triangulación de sección luminosa, la línea de medición C1, proyectada por una fuente luminosa A1 sobre un objeto de análisis E1, se representa por el objetivo de una cámara B1 sobre la superficie de sensor de la cámara B1. En caso de que la superficie del objeto E1 sea plana, entonces la línea de medición C1 aparece como línea D1 sobre el sensor óptico de la cámara B1. Para obtener la estructura de toda la superficie, el objeto de medición E1 se desplaza a lo largo de una línea de movimiento F1, de modo que la línea de medición C1 durante la operación de medición barre la superficie del objeto E1. Durante la operación de medición, el sensor de la cámara B1 traza a intervalos de tiempo cortos la imagen de la línea de medición y la guarda. Comparando los fotogramas puede calcularse la superficie del objeto de medición, es decir, del objeto E1 que va a captarse.

25

30

Las figuras 6a y 6b muestran ahora a modo de ilustración la medición de la superficie estructurada de un objeto E2 que va a medirse. A este respecto la línea de medición C2 proyectada desde la fuente luminosa A2 sobre el objeto E2 se representa por el objetivo de la cámara B2 sobre la superficie de sensor de la cámara B2. En el caso aquí mostrado, la superficie del objeto E2 no es plana, de modo que la línea de medición C2 aparece como línea de perfil D2 sobre el sensor de la cámara B2. Para obtener la estructura de toda la superficie del objeto E2, se desplaza el objeto E2 a lo largo de la línea de movimiento F2, de modo que la línea de medición C2 barre como línea de iluminación durante la operación de medición toda la superficie del objeto E2. Durante la operación de medición, el sensor de la cámara B2 traza a intervalos de tiempo cortos la imagen de la línea de medición o línea de perfil D2 y la guarda. Comparando los fotogramas puede calcularse la superficie del objeto E2.

35

40

La figura 7 muestra como ejemplo el fotograma de una pieza de construcción de Lego®, que se ha creado con el dispositivo según la invención.

45

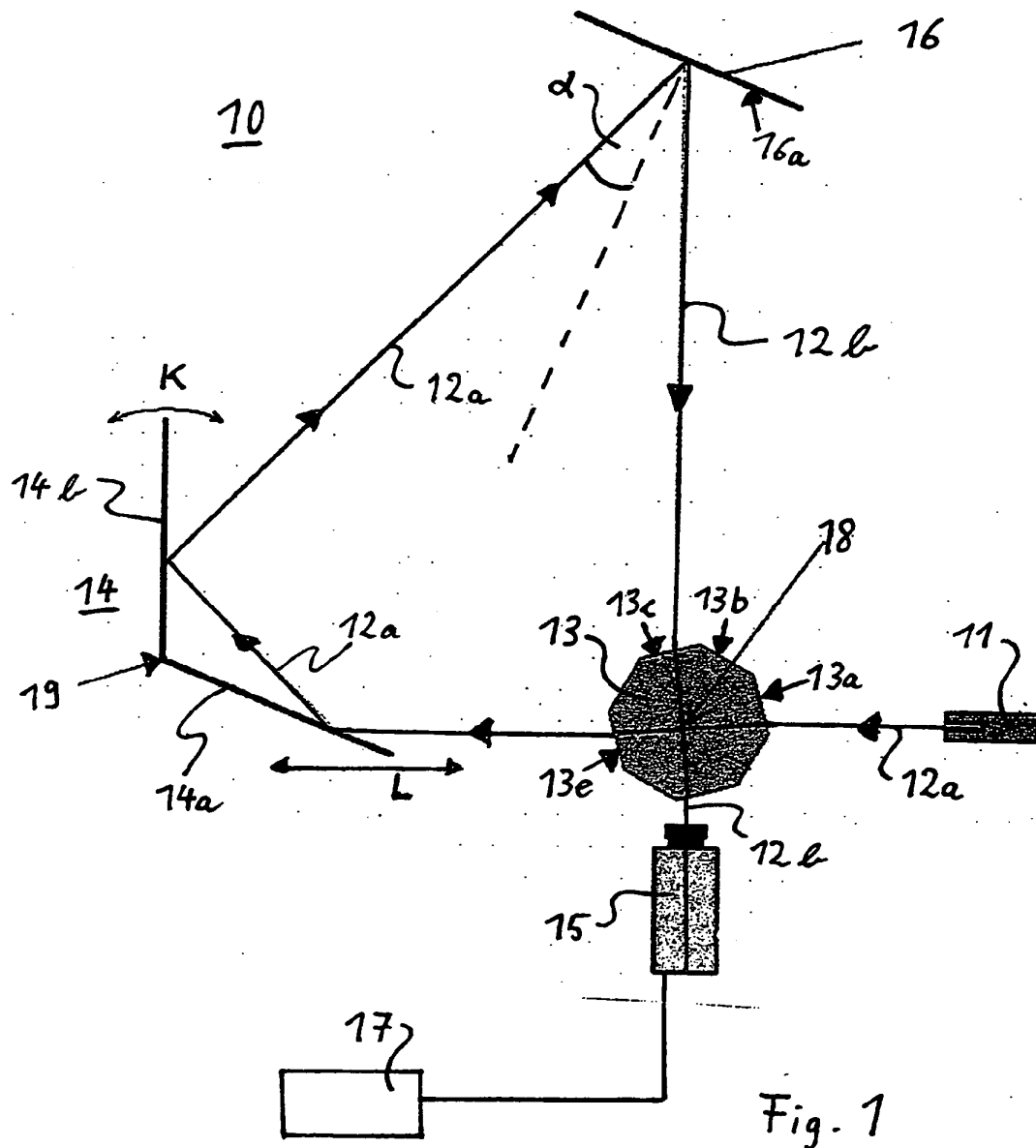
La conversión para la determinación de la profundidad del perfil se produce mediante la unidad 17 de evaluación mostrada en la figura 1, que comprende una unidad de procesador, y se controla mediante etapas de programa adecuadas para evaluar los datos según el procedimiento de triangulación de sección luminosa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la captación de la superficie tridimensional de un objeto mediante triangulación, en el que
- 5 desde una fuente (11) luminosa se emite un rayo (12a) luminoso, que se proyecta inclinado sobre una superficie (16a) que va a captarse de un objeto (16),
en el que
- 10 el rayo (12a) luminoso se desplaza por medio de un prisma (13) rotatorio en paralelo a su eje de rayo, de modo que barre la superficie (16a) con un ángulo de inclinación (α) constante, y
el rayo (12b) luminoso reflejado por la superficie (16a) del objeto (16) también atraviesa el prisma (13) rotatorio y se desplaza en paralelo, de modo que vuelve a anularse el desplazamiento paralelo anterior del rayo (12a) luminoso, y
- 15 el rayo (12b) luminoso reflejado se capta por un sensor (15) óptico, para determinar, a partir de datos de imágenes que se generan por el sensor (15) óptico, la superficie (16a) del objeto (16),
caracterizado porque
- 20 el rayo (12a) luminoso emitido se desvía por medio de un dispositivo (14) de espejo, dispuesto en la trayectoria del rayo después del prisma (13), hacia el objeto (16) de tal manera que el rayo (12b) luminoso reflejado por la superficie (16a) del objeto (16) atraviesa el prisma (13) rotatorio a través de un par de superficies (13a, 13b, 13c) de prisma distinto que el rayo (12a) luminoso emitido.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el rayo (12a) luminoso emitido está conformado como una línea de iluminación, que se extiende transversalmente al eje de rayo, y la línea de iluminación proyectada sobre la superficie (16a) que va a captarse se desplaza en paralelo durante la medición.
- 30 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** como objeto (16) se utiliza el neumático de un vehículo, y a partir de los datos de imágenes se determina la profundidad del perfil del neumático del vehículo.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el objeto (16) se ilumina a través de un intersticio (26), en el que la línea de iluminación se extiende en la dirección longitudinal del intersticio (26) y durante la medición barre el ancho del intersticio (26).
- 35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie (16a) que va a captarse está en estado de reposo con respecto al sensor (15) óptico, mientras el rayo (12a) luminoso barre la superficie (16a).
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el rayo (12a) luminoso emitido hacia el objeto (16) se orienta por medio de la disposición de espejos (14, 14a, 14b, 41, 42) de tal manera que discurre en una zona P en paralelo al rayo (12b) luminoso reflejado por el objeto (16).
- 45 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el rayo (12a) luminoso antes de incidir sobre el objeto (16) se desvía por medio de espejos (41, 42) auxiliares de tal manera que incide de manera oblicua sobre la superficie (16a) del objeto (16).
- 50 8. Dispositivo para la captación de la superficie tridimensional de un objeto por medio de triangulación, que comprende:
una fuente (11) luminosa, que emite un rayo (12a) luminoso para su proyección sobre una superficie (16a) que va a captarse de un objeto (16);
- 55 un sensor (15) óptico, que capta el rayo (12b) luminoso reflejado por la superficie (16a) y genera datos de imágenes;
una unidad (17) de evaluación, que a partir de los datos de imágenes del sensor (15) óptico determina la superficie (16a) del objeto (16); y
- 60 un prisma (13) rotativo, que desplaza el rayo (12a) luminoso proyectado sobre la superficie (16a) del objeto (16) en paralelo a su eje de rayo, de modo que barre la superficie (16a) que va a captarse con un ángulo de inclinación (α) constante;
en el que el prisma (13) rotativo está dispuesto de tal manera que tanto el rayo (12a) luminoso emitido como el rayo (12b) luminoso reflejado por el objeto atraviesa el prisma (13) rotativo, de modo que los dos desplazamientos paralelos del rayo (12a, 12b) luminoso se anulan mutuamente,
- 65

caracterizado por

- un dispositivo (14) de espejo para desviar el rayo (12a) luminoso emitido, tras atravesar el prisma (13), hacia el objeto (16), estando dispuestos el dispositivo (14) de espejo y el prisma (13) de tal manera que el rayo (12b) luminoso reflejado por la superficie (16a) del objeto (16) atraviesa el prisma (13) rotatorio a través de un par de superficies (13a, 13b, 13c) de prisma distinto que el rayo (12a) luminoso emitido.
- 5
9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado porque** la fuente (11) luminosa está configurada de tal manera que el rayo (12a) luminoso emitido está conformado como línea de iluminación, que se extiende de manera transversal a la dirección del rayo y en funcionamiento barre una zona de la superficie (16a) mediante desplazamiento paralelo.
- 10
10. Dispositivo según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la línea de iluminación reflejada por la superficie (16a) del objeto se utiliza para medir la superficie (16a) del objeto por medio de triangulación.
- 15
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** el objeto (16) es el neumático de un vehículo, y la unidad (17) de evaluación está configurada para la determinación de la profundidad del perfil del neumático del vehículo a partir de los datos de imágenes.
- 20
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por** una pared (27), en la que está configurado un intersticio (26), a través del cual se ilumina el objeto (16), extendiéndose el intersticio (26) en paralelo a la línea de iluminación.
- 25
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado porque** el dispositivo (14) de espejo comprende al menos un par de espejos con espejos (14a, 14b) inclinados uno respecto a otro, pudiendo desplazarse el par de espejos en la dirección del rayo y pudiendo ajustarse el ángulo entre los dos espejos (14a, 14b).
- 30
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado porque** el rayo (12a) luminoso emitido hacia el objeto (16) discurre esencialmente en paralelo al rayo (12b) luminoso reflejado por el objeto (16).
- 35
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 14, **caracterizado porque** el dispositivo (14) de espejo comprende espejos (41, 42) auxiliares, que desvían el rayo (12a) luminoso dirigido hacia el objeto (16) de tal manera que incide de manera oblicua sobre la superficie (16a) del objeto (16).
16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 8 a 15, **caracterizado por** una carcasa (21), que presenta ventanas (24, 25) con superficies de autolimpieza, a través de las cuales se guía el rayo (12a, 12b) luminoso emitido y/o reflejado por el objeto.



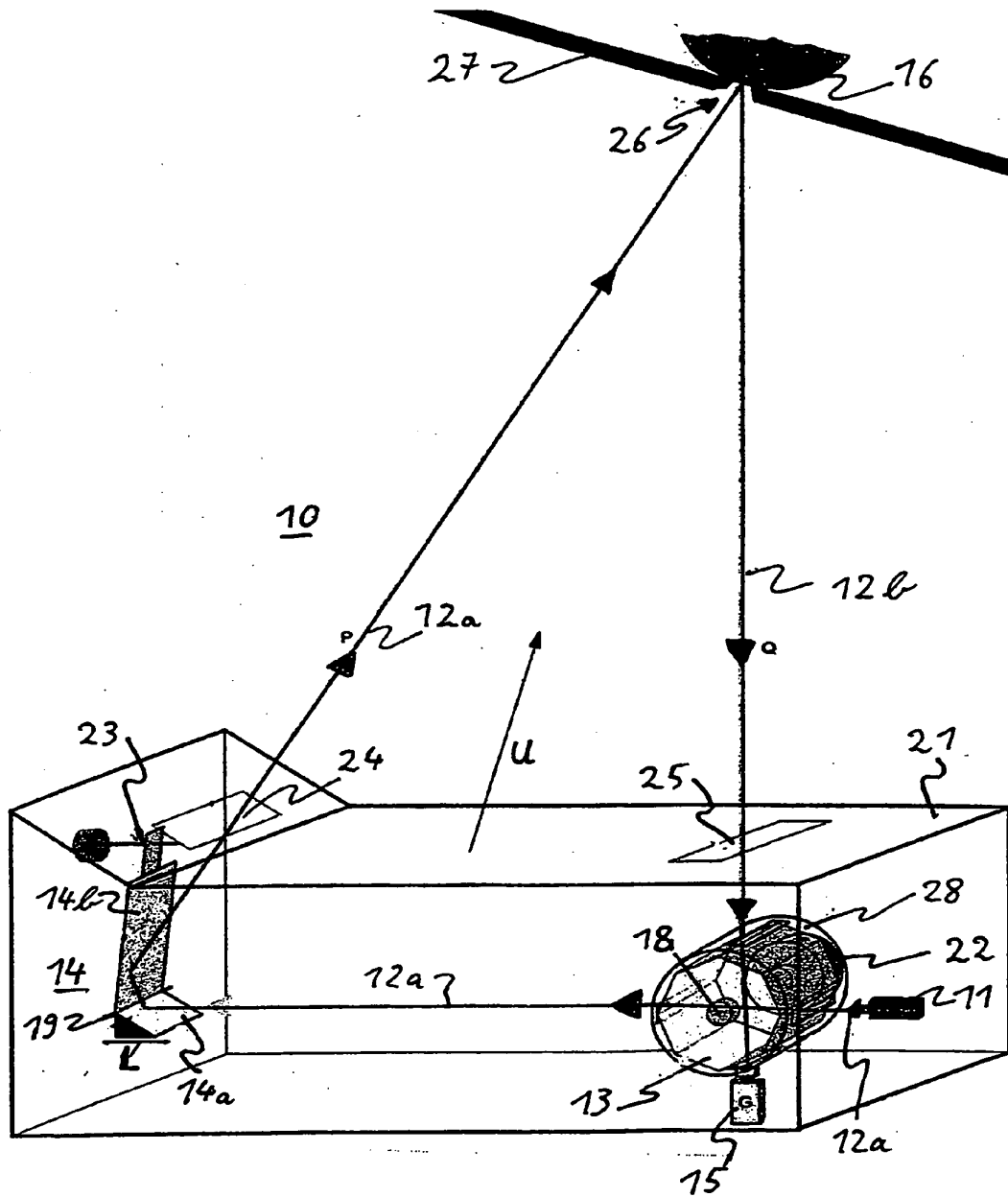


Fig. 2

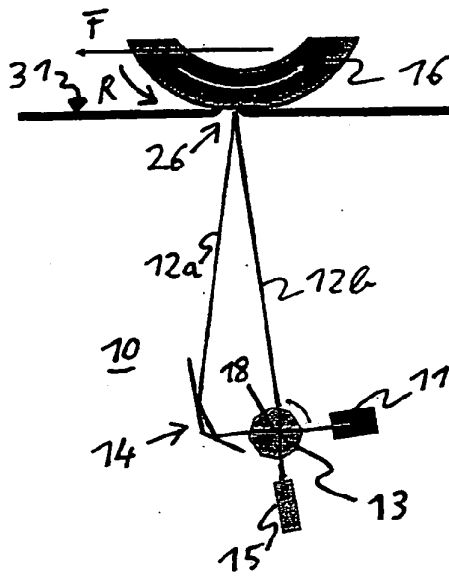


Fig. 3a

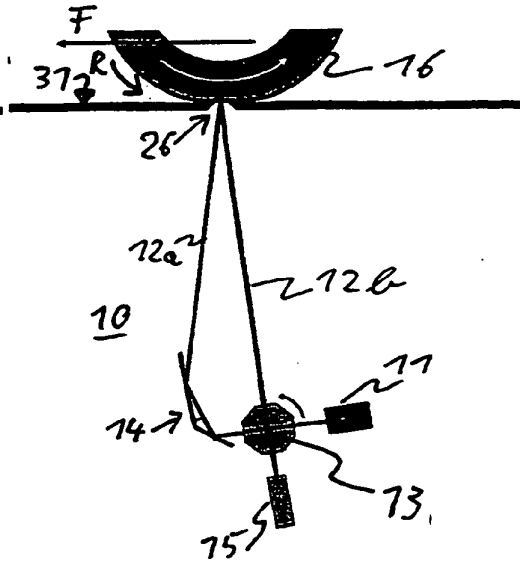


Fig. 3b

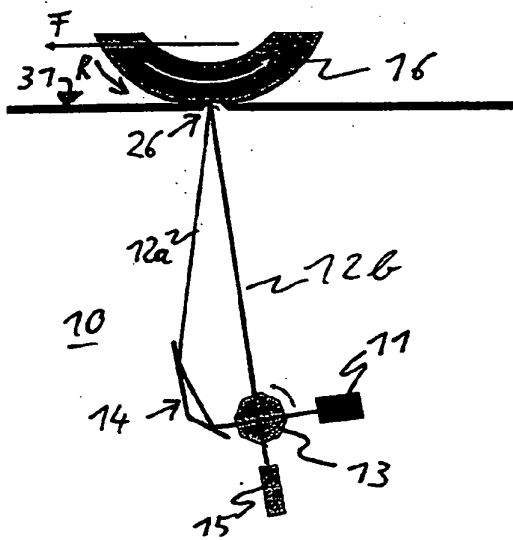


Fig. 3c

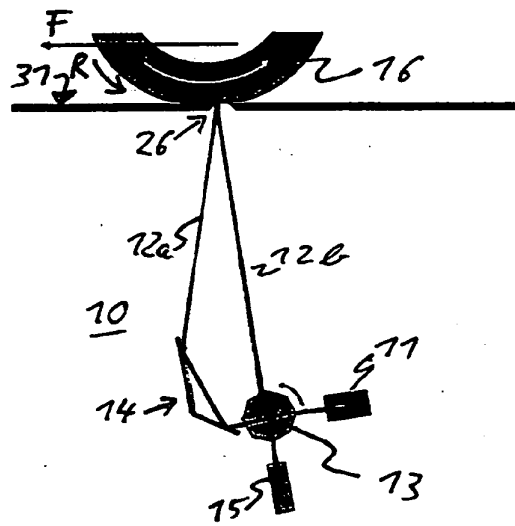
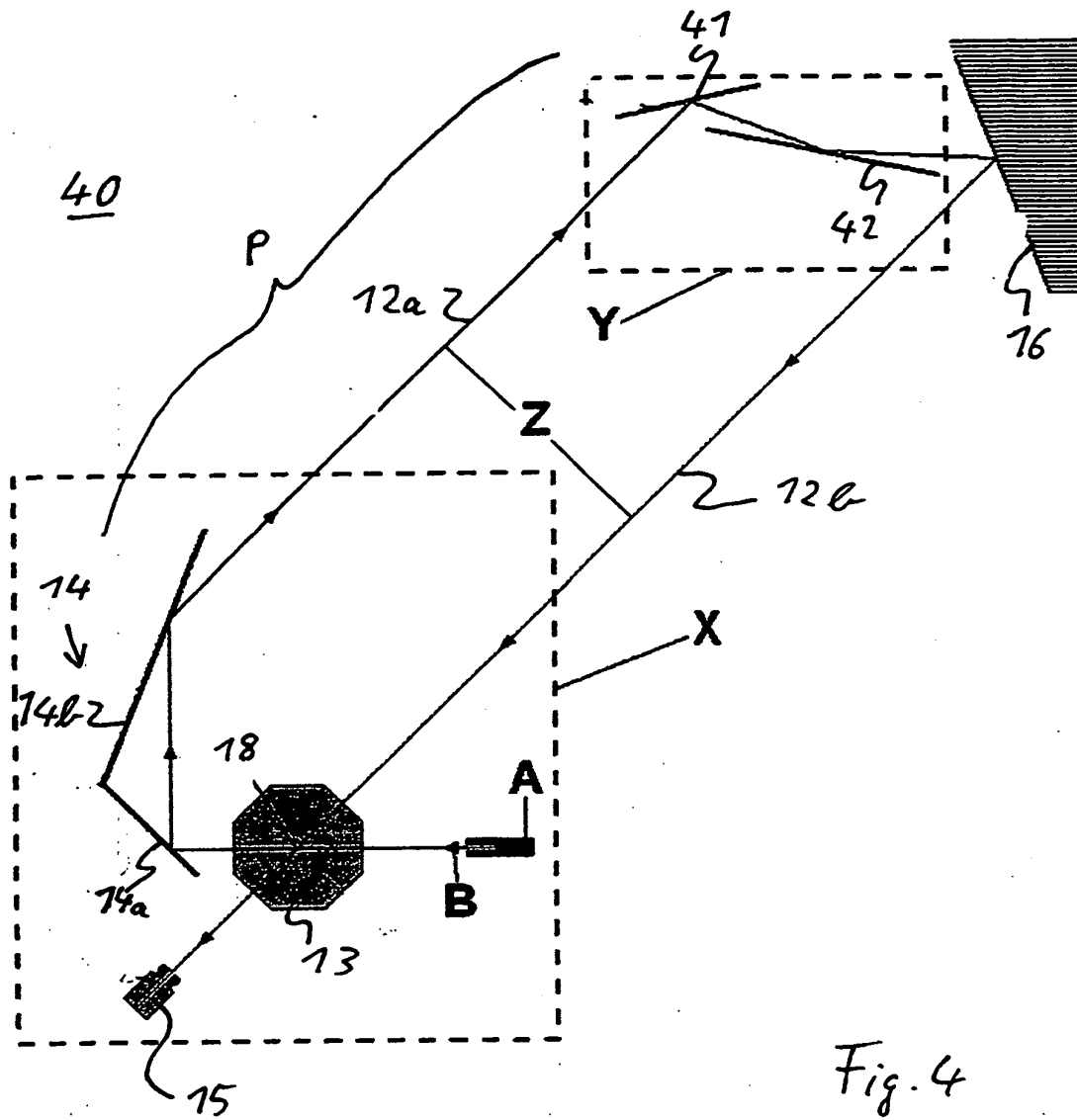


Fig. 3d



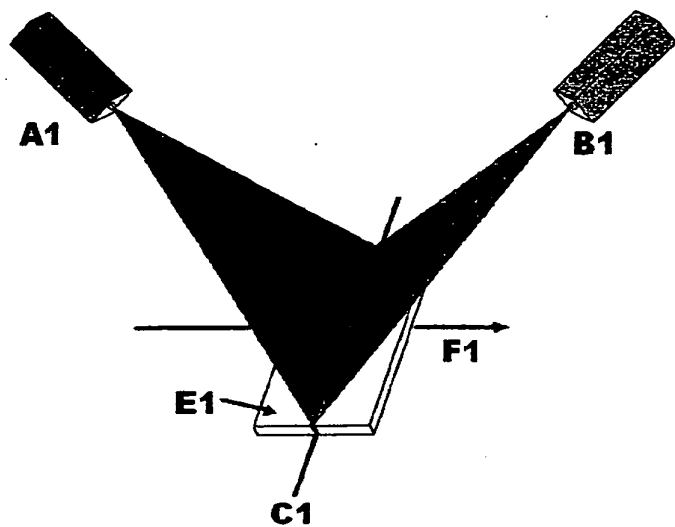


Fig. 5a

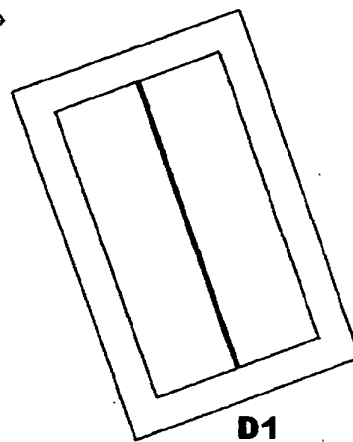


Fig. 5b

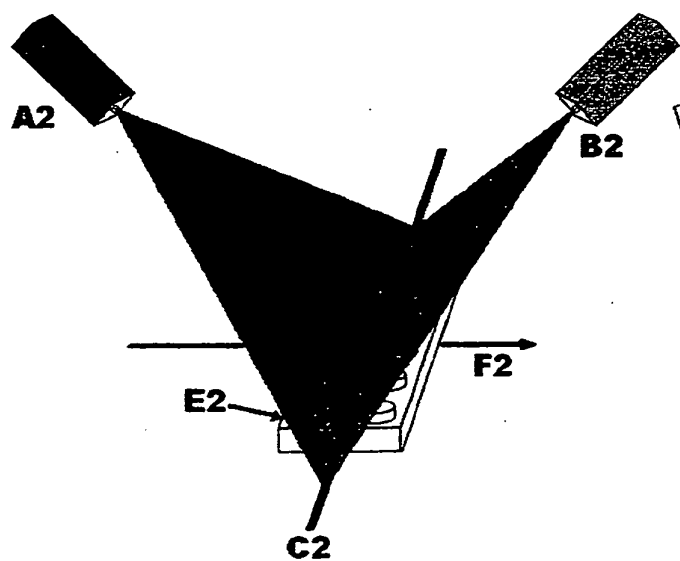


Fig. 6a

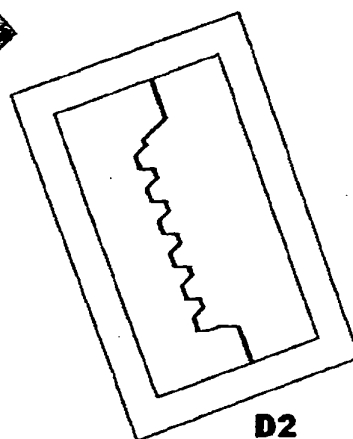


Fig. 6b

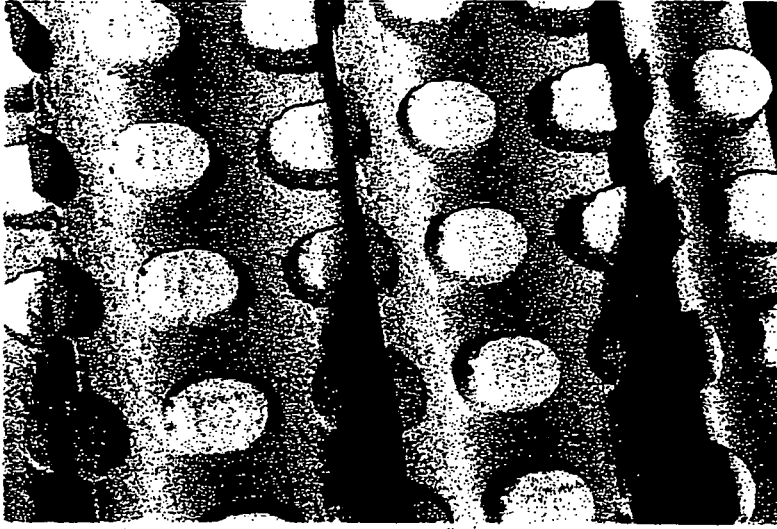


Fig-7