



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 309 522**

⑤1 Int. Cl.:
B60R 21/01 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **04735562 .3**

⑨6 Fecha de presentación : **01.06.2004**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1651473**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

⑤4 Título: **Dispositivo sensor para un dispositivo de seguridad en un vehículo.**

③0 Prioridad: **23.07.2003 DE 103 33 732**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2008

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

⑦3 Titular/es: **PEGUFORM GmbH**
Schlossmattenstrasse 18
79268 Bötzingen, DE

⑦2 Inventor/es: **Boeheim, Johannes**

⑦4 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Dispositivo sensor para un dispositivo de seguridad en un vehículo.

La invención concierne a un dispositivo de protección para peatones y ciclistas en un vehículo que está equipado para reconocer las condiciones marco de un choque con un objeto, establecer cuál es el objeto que ocasiona el impacto y, en caso de un reconocimiento positivo de que un participante del tráfico, tal como un peatón o un ciclista, es la causa del impacto, reaccionar de manera deliberada ante este impacto. Cada impacto en la zona frontal del vehículo genera una deformación característica en el lugar de ubicación del impacto. A partir de la deformación provocada por el objeto impactante se obtiene un trabajo de deformación y los medios de evaluación teniendo en cuenta información de tiempo captada por sensores pueden obtener una velocidad de penetración del objeto y, teniendo en cuenta el trabajo de deformación y la velocidad de penetración, se obtiene un parámetro que caracteriza la masa del objeto. En el marco del sistema según la invención se parte de la consideración de que toda la energía cinética que resulta de la velocidad relativa de un objeto y un vehículo y de la masa del objeto se transforma en trabajo de deformación. Si se conoce este trabajo de deformación sobre la base de la evaluación de las señales de los sensores y, además, se conoce la velocidad de penetración del objeto, se obtiene entonces con estas magnitudes de partida un valor característico para la masa del objeto. Por tanto, se presenta un criterio fiable para activar un dispositivo de protección del peatón o el ciclista.

Con el valor característico para la masa se puede obtener el trabajo de deformación sobre la base de una tabla archivada o de un cálculo. La tabla pone en relación diferentes modelos de deformación con el trabajo de deformación aportado por el impacto a partes del revestimiento frontal o lateral del vehículo. Cuando se conoce el modelo de deformación, el trabajo de deformación resulta ser entonces una de las magnitudes de partida.

La masa guarda la relación siguiente con el trabajo de deformación:

$$m_0 = k \cdot \frac{W_{def}}{v_0^2}$$

en donde

m_0 : masa,
 W_{def} : trabajo de deformación,
 v_0 : velocidad de penetración,
 k : constante

Esta relación resulta del balance de energía del impacto, partiéndose de la consideración de que toda la energía cinética del impacto se convierte completamente en trabajo de deformación.

La masa del objeto se puede calcular como masa efectiva por medio del parámetro característico según la relación:

$$m_{ef} = f_{din} \times m_0$$

en donde

m_0 : masa,
 M_{ef} : masa efectiva,
 f_{din} : factor dinámico

Mediante este factor dinámico se tiene en cuenta que la energía cinética no se convierte exclusivamente en forma de trabajo de deformación en el revestimiento exterior del vehículo, sino que, por ejemplo, la pierna de un peatón que choque con el revestimiento exterior del vehículo con la disposición de sensores situada debajo del mismo experimenta también una deformación. En este sentido, el factor dinámico es un término de corrección que tiene en cuenta las condiciones reales durante el impacto.

Por tanto, para obtener un valor característico para la masa se prevén en el lado frontal de un vehículo unos sensores que registren las deformaciones de la zona del lado frontal del vehículo que está expuesta a un impacto. Estos sensores consisten especialmente en sensores de fibra óptica a un extremo de los cuales puede acoplarse luz y en el otro extremo de los cuales se puede medir la intensidad de la luz saliente. Un sensor de fibra óptica contiene zonas sensibles que se incorporan de manera definida en la capa de reflexión envolvente. En función del curvado de las zonas sensibles debido a la deformación ocasionada por el choque con un objeto se puede desacoplar más o menos luz de las zonas sensibles, con lo que la intensidad medida de la luz saliente puede ser empleada como medida de la deformación de las zonas sensibles. Tales sensores, por ejemplo hechos de polimetacrilato de metilo (PMMA), son especialmente adecuados, por varios motivos, para la materialización de la presente invención. Los sensores de fibra óptica son flexibles, ligeros, aptos para ser sometidos a carga mecánica y ampliamente insensibles frente a fluctuaciones de la temperatura. Debido al empleo de una radiación en el dominio de longitud de onda de la luz visible no se plantean problemas en cuanto a la compatibilidad electromagnética. Por tanto, se imponen requisitos especiales a la fijación de los sensores sobre el lado frontal del vehículo. Éstos han de integrarse en el sistema del extremo frontal de tal manera que correspondan a su funcionamiento y, al mismo tiempo, se impida una destrucción del sensor. Para realizar su función, los sensores han de participar en la deformación del lado frontal del vehículo en el caso de un impacto, sin que ellos mismos estén expuestos a tensiones o cargas de compresión transmitidas a través de la fijación o la carcasa que da alojamiento al sensor.

Se conoce por el documento DE 10145679 A1 una carcasa de sensor en la que se integra en posición exacta un sensor dependiente de la dirección. La fijación de la cubierta del sensor en la carcasa del mismo se realiza por medio de una unión de abrochado automático, teniendo que quedar garantizado durante la unión de abrochado automático un pretensado mecánico definido. Esta solución no necesita adhesivos de inmovilización ni masas de encapsulación. La carcasa del sensor y su cubierta son, en el caso más sencillo, piezas de fundición inyectada. Los sensores son sensores de aceleración y sensores de régimen de rotación para los cuales es necesario un montaje dependiente de la dirección en el vehículo automóvil, ya que, en caso contrario, suministran señales de medida incorrectas. La carcasa está constituida por politereftalato de butileno o plásticos comparables. Esta carcasa no es ella misma deformable al objeto que pueda realizar su función, es decir que no se la puede utilizar para resolver el presente problema.

Otra solución se propone en la publicación del documento DE 44 10 895 A1. El sensor se coloca dentro de un taladro de un parachoques, siendo la limitación exterior del sensor una membrana, ya que se deberá utilizar un sensor de ultrasonidos cuya membrana ha de ser sometida a vibraciones para generar las señales de ultrasonidos. Como cubierta sirve una película o similar que recubre una superficie grande del parachoques, de modo que el sensor no es sí visible desde fuera y está asegurado también contra destrucción o contra suciedad. Para que la cubierta pueda vibrar juntamente con la membrana del sensor, esta cubierta ha de fabricarse con un plástico que presente una determinada rigidez (dureza Shore).

Estas soluciones no son adecuadas para su aplicación en sensores de deformación que, naturalmente, tienen que disponerse en partes deformables de una zona frontal de un vehículo. El establecimiento exacto de la dirección de medida juega un papel secundario, mientras que, por el contrario, es de importancia que el sensor pueda medir las deformaciones del material absorbedor de energía de una manera semejante a como lo hace una banda extensométrica. Sin embargo, precisamente en el caso de la solución revelada en el documento DE 44 10 895 A1 esto no deberá producir tampoco una deformación de la carcasa que rodea al sensor ni de la membrana, ya que una deformación de los mismos tiene repercusiones sobre la frecuencia de las vibraciones generadas o absorbidas por la membrana, cuyas repercusiones falsean el resultado de la medida.

En el documento DE 197 18 803 C1 se revela una disposición de sensor para determinar el lugar de ubicación del impacto de un objeto y para medir las deformaciones originadas por el impacto. Esta disposición de sensor está montada en el lado interior de un parachoques. La disposición de sensor está constituida por una serie de elementos de contacto opuestos que únicamente se ponen en contacto uno con otro en el momento de un impacto. Al establecer contacto, las superficies de contacto son presionadas una contra otra, con lo que se genera una señal que se alimenta al equipo de evaluación. Según la extensión del objeto impactante, se presiona un número más o menos grande de superficies de contacto una contra otra, de modo que se puede obtener la medida del impacto.

En el documento DE 100 03 992 A1 se revela una disposición de sensor, que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1, con un funcionamiento semejante al de la disposición usada en el documento DE 197 18 803 C1. El documento DE 100 03 992 A1 no se diferencia sensiblemente del documento DE 197 18 803 C1 en lo que respecta al funcionamiento, pero cabe mencionar que están previstas capas de aislamiento compresibles entre las distintas superficies de contacto.

La disposición de sensor representada en el documento DE 101 13 720 A1 mide la gravedad y la dirección de un impacto por variación de la resistencia eléctrica a consecuencia de la deformación. Se instalan aquí sensores piezoeléctricos en el lado superior y en el lado inferior de una banda de sensores, estando separados los sensores del lado superior y del lado inferior por un material deformable. La dirección del impacto viene determinada por la ubicación de la variación de la resistencia eléctrica y la gravedad del impacto se mide en base a si solamente se activa una fila de sensores en el lado superior de la banda de sensores o se activan ambas filas de sensores. Los sensores del lado superior de la banda de sensores reaccionan únicamente cuando la acción de amortiguación del material deformable sobrepasa un valor umbral.

ES 2 309 522 T3

En el documento DE 100 23 588 A1 se revela una disposición de sensor que pone de manifiesto la utilización de conductores de luz para reconocer la velocidad de intrusión, es decir, la velocidad con la que un objeto choca con el vehículo. Empleando varios bucles de conductores de luz de longitud diferente se puede determinar la dirección del objeto en la que éste penetra en el vehículo.

En el documento DE 198 35 561 A1 se revela una disposición de sensores sensibles a la presión en una puerta de vehículo que están dispuestos en o sobre elementos de deformación. El sensor está configurado como una lámina piezoeléctrica, un sensor piezoeléctrico, un sensor piezorresistivo o una banda extensométrica que está aplicada sobre una placa flexible de circuito impreso en la cual está dispuesta una electrónica de evaluación. En caso de una deformación por efecto del impacto de un objeto, se modifican magnitudes eléctricas que son retransmitidas por la electrónica de evaluación al sistema de control de disparo de un airbag. En caso de varios sensores dispuestos en forma distribuida, se puede obtener un modelo de deformación que dé una indicación de la naturaleza del objeto, de modo que se haga posible un control del disparo del airbag dirigido al objetivo deseado.

En el documento DE 100 02 110 A1 se revela una disposición de sensor que mide la secuencia temporal de las deformaciones provocadas por un impacto y, en correspondencia con ella, obtiene el movimiento de rodadura de un cuerpo a lo largo del frente del vehículo, lo que hace posible el disparo de un sistema de protección de peatones.

El documento DE 197 32 302 A1 describe el empleo de láminas piezoeléctricas en calidad de sensores de colisión.

El documento DE 100 16 142 A1 describe un parachoques que está configurado como un elemento de contacto. En caso de una deformación se ponen en contacto zonas eléctricamente conductoras (por ejemplo, plásticos conductivos) con elementos de contacto situados detrás de ellas y dichas zonas retransmiten así una señal hacia una unidad de evaluación. Dado que el contacto se produce por efecto del impacto de un objeto, se trata de una señal característica de una deformación.

El problema de la invención consiste en prever una fijación de un sensor en una parte de un vehículo automóvil que esté situada lo más cerca posible del frente delantero del vehículo. El sensor consiste en un sensor de deformación que está concebido como un sensor de contacto de fibra óptica.

Este sensor de deformación, por su naturaleza, ha de estar montado en una parte deformable del vehículo, es decir, por ejemplo, en el revestimiento exterior del lado frontal del vehículo. Cada sensor de deformación absorbe las deformaciones originadas por un impacto y envía una señal de medida a una unidad central que compara la situación de impacto con una situación de impacto con un peatón o ciclista y que puede activar elementos de seguridad correspondientes en el vehículo. Tales elementos de seguridad comprenden soluciones de airbag, capós frontales o lunas frontales que se levantan o alerones extensibles hacia fuera.

Por tanto, el sensor ha de procesar las deformaciones originadas en el vehículo y enviarlas a la unidad central antes de que el impacto que origina la deformación pueda conducir a lesiones del peatón o del ciclista. El sensor ha de desarrollar su función al menos hasta que un equipo de seguridad pueda aminorar las consecuencias del impacto. El propio sensor no deberá sufrir daños ni deberá exponerse él mismo a tensiones de tracción y de compresión excesivas.

Por tanto, se tiene que asegurar que el sensor se incorpore en la parte de revestimiento exterior absorbidora de energía o en el absorbedor de choques de modo que desarrolle sin impedimento las deformaciones provenientes de fuerzas de cizalladura, de compresión o de tracción que conduzcan a una variación de las zonas sensibles del sensor o incluso a una destrucción de dicho sensor.

Este sensor se integra en el forro exterior del parachoques. Al chocar un objeto con el parachoques se deforma el forro exterior del parachoques juntamente con el sensor. La expresión sensor incluye también disposiciones de varios sensores que estén distribuidos por una zona de la superficie del forro exterior del parachoques que queda vuelta hacia el compartimiento del motor. Según la forma del sujeto impactante, se genera una imagen de este sujeto impactante o este objeto impactante en el parachoques. Varias filas de sensores permiten, además, una disposición decalada de los sensores para poder reproducir con más precisión la zona de deformación. Los sensores consisten preferiblemente en sensores que se basan en un principio de medida óptica. Este principio de medida puede materializarse empleando conductores de ondas luminosas. En un conductor de ondas luminosas de esta clase se transporta luz a través de un núcleo permeable a la luz y se refleja nuevamente la luz hacia el núcleo desde una envolvente reflectante de la luz. Mediante la sustitución del material reflectante de ondas luminosas por un material absorbedor de la luz en una parte de la envolvente se puede desacoplar una porción de la luz. Mediante la deformación se obtiene un valor de la porción de luz no desacoplada para cada uno de los sensores. Este valor es una medida de la magnitud de la deformación, en este caso de la magnitud del hundimiento del material espumado. El hundimiento del material espumado puede calcularse entonces por medio de un algoritmo, con lo que se obtiene el perfil de penetración.

A partir del perfil de penetración se obtiene el valor característico de la masa m_0 , explicándose el método de cálculo en la introducción de la descripción.

El sistema de protección de peatones puede ser activado, por ejemplo, a una masa m_0 o a una masa efectiva m_{ef} entre aproximadamente 5 kg y 20 kg, mientras que a una masa m_0 o una masa efectiva m_{ef} menor que aproximadamente 5 kg y mayor que 20 kg se impide una activación del mismo sistema de protección de peatones.

La ventana de masa hace posible la activación del sistema de protección de peatones únicamente cuando se presenta con gran probabilidad el impacto de un peatón. En sistemas de protección de peatones que comprenden una variación de la posición del capó del motor, el criterio antes citado impide el disparo, es decir, el levantamiento del capó del motor al chocar con un muro o con un árbol. Se evita así que el capó levantado del motor ponga adicionalmente en peligro a los ocupantes del vehículo, puesto que existe el riesgo de que sea empujado hacia dentro del habitáculo del vehículo a través del parabrisas.

A una velocidad de impacto comprendida entre, por ejemplo, 20 km/h y 60 km/h es posible una activación de un dispositivo para la protección de los peatones y a una velocidad de impacto inferior a aproximadamente 20 km/h y superior a 60 km/h se impide una activación del dispositivo para la protección de peatones, con lo que se pretende evitar una puesta en peligro adicional para los ocupantes del vehículo.

La invención se ha perfeccionado de manera especialmente ventajosa haciendo que estén previstos sensores con varias zonas sensibles que se encuentren en lugares diferentes del vehículo. Gracias a la medida de que un sensor presenta varias zonas sensibles se puede reducir considerablemente el número de sensores necesarios. Se acepta aquí conscientemente que se pierda al menos parcialmente información referente al lugar de ubicación del impacto. Esto es comprensible en vista del antecedente de que en la mayoría de los sistemas está disponible de todos modos tan sólo una única medida para amortiguar el impacto, sea por medio de un airbag o bien mediante la elevación del capó del motor en la zona trasera. Aún cuando se pierda la información referente al lugar de ubicación del impacto, sigue conservándose todavía como información esencial la referente a la característica del impacto. Así, por ejemplo, el impacto de un peatón puede diferenciarse de un impacto durante una maniobra de aparcamiento, ya que la característica del impacto en un objeto estacionario no deformable se diferencia de la característica del impacto en un objeto móvil limitadamente deformable, el cual es reconocido así en sus dimensiones como peatón o como ciclista.

El sistema de protección de peatones según la invención se ha perfeccionado de manera especialmente ventajosa haciendo que los sensores o las zonas sensibles de los sensores estén dispuestos en el lado interior del parachoques del vehículo. Se tiene en cuenta de esta manera el requisito de que el impacto del peatón sea captado lo más temprano que sea posible. Empleando sensores de contacto se efectúa la colocación de estos sensores lo más hacia delante posible en el vehículo.

Un sensor individual puede extenderse así, por ejemplo, sobre toda la longitud del parachoques o alerón frontal u otro revestimiento exterior en la zona frontal del vehículo, estando previsto un gran número de zonas sensibles a lo largo de la longitud del vehículo para captar la característica del impacto.

Puede ser útil que las zonas sensibles pertenecientes a un sensor estén dispuestas a distancias regulares a lo largo de un parachoques o del alerón frontal. De esta manera, un sensor puede cubrir con una característica uniforme la zona completa sobre la cual se extiende dicho sensor.

La solución propuesta aprovecha las propiedades de deformación del parachoques o alerón frontal para suministrar con este comportamiento de deformación definido unas conclusiones exactas acerca de la causa de las deformaciones como una sucesión de eventos de impacto en el lado frontal del vehículo, es decir, especialmente en el revestimiento exterior, que está configurado como parachoques o alerón frontal, a cuyo fin el sensor de deformación transmite los valores de deformación medidos a una unidad central. En la unidad central están archivados los procesos de deformación característicos del impacto con peatones o ciclistas. Tales procesos de deformación provienen de las series de ensayos y simulaciones que se realizan para la protección de peatones y para la protección de ciclistas. Una comparación con los valores archivados suministra informaciones acerca de si se trata de un impacto en el que ha participado un peatón. Además, se obtiene la variación temporal de las deformaciones, es decir que el sensor suministra en períodos de tiempo definidos manifestaciones sobre la evolución de la deformación. A partir del desarrollo temporal se pueden obtener el intervalo de masa y la velocidad de deformación. Estos criterios de decisión conducen al disparo del sistema de protección de peatones en caso de que el intervalo de masa, la velocidad del vehículo (obtenida de manera independiente) y la evolución de deformación coincidan con los valores comparativos característicos de un impacto con un peatón.

Para realizar las mediciones con ayuda de un gran número de sensores o de una banda de sensores, la zona frontal del vehículo contiene una disposición de sensor. La disposición de sensor está montada en el lado interior del parachoques o del alerón frontal.

La disposición de sensor puede pegarse directamente sobre el revestimiento exterior o en una ranura del mismo. La ranura contiene entonces una capa adhesiva. La capa adhesiva transmite las deformaciones derivadas de un impacto a la disposición de sensor constituida por uno o varios sensores. La capa adhesiva absorbe fuerzas de cizalladura hasta un valor umbral. La capa adhesiva forma un sitio de rotura nominal bajo fuerzas de cizalladura superiores a un valor umbral. El sensor se desacopla del revestimiento exterior debido al fallo de la capa adhesiva.

Según otro ejemplo de realización, la disposición de sensor está unida con el revestimiento exterior a través de una unión de enchufe. La unión de enchufe está concebida como parte de la disposición de sensor o del revestimiento exterior.

ES 2 309 522 T3

La disposición de sensor puede presentar zonas insensibles. Las zonas insensibles pueden contener agujeros alargados.

Según otro ejemplo de realización, la disposición de sensor puede montarse también en una boquilla. La boquilla está unida con el revestimiento exterior a través de una capa adhesiva o a través de una unión de enchufe. La unión de enchufe puede estar concebida como parte de la disposición de sensor o como parte del revestimiento exterior. Es posible también disponer elementos de unión de la unión de enchufe en el revestimiento exterior, en los que encajen salientes de una unión de enchufe perteneciente a la boquilla. La disposición de sensor es móvil en la boquilla para que no se exponga ella misma a tensiones de compresión-tracción que puedan conducir a que resulte dañada la disposición de sensor.

La figura 1 muestra una representación en perspectiva de una parte delantera de un vehículo con una disposición de sensor según un primer ejemplo de realización,

La figura 2 muestra una sección a través de un revestimiento exterior conforme a un segundo ejemplo de realización,

La figura 3 muestra una vista de un revestimiento exterior según el ejemplo de realización representado en la figura 2,

La figura 4 muestra una sección a través de una zona frontal de un vehículo según un tercer ejemplo de realización,

La figura 5a muestra el funcionamiento de los sensores según un primer ejemplo de realización,

La figura 5b muestra el funcionamiento de los sensores conforme a un segundo ejemplo de realización,

La figura 6a muestra una primera disposición posible de sensores sobre una banda de sensores,

La figura 6b muestra una segunda disposición posible de sensores sobre una banda de sensores,

La figura 6c muestra una tercera disposición posible de sensores sobre una banda de sensores,

La figura 7 muestra la constitución de un sensor y el procesamiento de señales,

La figura 8 muestra una vista del extremo delantero de un vehículo automóvil,

La figura 9a muestra una sección a través de un primer ejemplo de realización de la fijación del sensor o de la banda de sensores,

La figura 9b muestra una sección a través de un segundo ejemplo de realización de la fijación del sensor o de la banda de sensores,

La figura 9c muestra una sección a través de un tercer ejemplo de realización de la fijación del sensor o de la banda de sensores,

La figura 9d muestra una sección a través de un cuarto ejemplo de realización de la fijación del sensor o de la banda de sensores,

La figura 9e muestra una sección a través de un quinto ejemplo de realización de la fijación del sensor o de la banda de sensores,

La figura 10 muestra una representación de los valores de deformación medidos de un ejemplo para un choque con un poste,

La figura 11 muestra una representación de los valores de deformación medidos de un ejemplo para un choque con una pierna (la llamada situación de choque con una extremidad inferior) y

La figura 12 muestra una representación de los valores de deformación medidos para un choque rectangular.

La figura 1 muestra una representación en perspectiva de una parte delantera de un vehículo con un parachoques 2 según un primer ejemplo de realización. El parachoques está unido con la estructura del bastidor del vehículo a través de un larguero 5. En este caso, una parte 3 absorbidora de energía está integrada en un elemento de unión 4 dispuesto en el larguero 5 entre la estructura portante 1 y el parachoques 2. La parte 3 absorbidora de energía está concebida según esta forma de realización como una estructura tipo celosía plegable. Por tanto, la parte 3 absorbidora de energía puede asumir una parte de la función portante para el parachoques y las estructuras internas previstas en éste, como la rejilla del radiador, los faros y similares. En el parachoques 2 están integradas dos posibles disposiciones de sensor 8. Estas disposiciones de sensor sirven para medir las deformaciones al chocar un objeto con el parachoques 2. El parachoques

presenta una zona de alerón 15 en su extremo inferior. Las disposiciones de sensor 8 pueden integrarse también en esta zona de alerón 15. La zona de alerón 15 contiene en general menos piezas incorporadas tales como faros, radiador o similares. Por tanto, este lugar de montaje puede ser especialmente adecuado sobre todo para disposiciones de sensor de gran superficie.

La figura 2 muestra una sección a través de un revestimiento exterior 2 con una parte 3 absorbidora de energía conforme a un segundo ejemplo de realización. La parte 3 absorbidora de energía está montada entre el parachoques 2 y la estructura portante 1. La parte 3 absorbidora de energía comprende un material de espuma que se incrusta en el parachoques.

La parte absorbidora de energía se extiende por toda la anchura del vehículo cuando está previsto un travesaño 32 en calidad de estructura portante 1. El travesaño 32 puede llevar unido un larguero 31 que no se ha representado aquí por completo. No se adjudica ninguna función portante a la propia parte 3 absorbidora de energía.

En este caso, hay que prever una suspensión 7 del parachoques que se representa en la figura 2 y que comprende un elemento de alojamiento 6. El parachoques envuelve ciertamente a la parte absorbidora de energía, pero no tiene que formar una unidad con dicha parte absorbidora de energía. Un sensor o una banda 8 de sensores está inserto en una ranura 34 dispuesta en el lado interior del parachoques 2. Esta ranura 34 puede extenderse sustancialmente por toda la anchura del vehículo. La fijación del sensor o la banda 8 de sensores en la ranura 34 se efectúa por pegado, espumado o mediante una unión de enchufe o una unión de aprisionamiento. En la figura 2 se ha previsto una unión de aprisionamiento 14 en cada uno de los extremos superior e inferior del sensor o la banda 8 de sensores. La unión de aprisionamiento 14 es de material elástico y presenta alojamientos para el sensor en un lado, así como sujetadores para la fijación en la ranura 34. Tanto entre el revestimiento exterior, es decir, el parachoques 2, como entre la parte 3 absorbidora de energía y el sensor queda un espacio intermedio, de modo que la banda de sensores se puede deformar sin impedimentos por efecto de fuerzas de compresión.

La figura 3 muestra una vista de un parachoques 2 según otro ejemplo de realización. Se muestran una representación en perspectiva de un parachoques 2 y una sección a través del parachoques 2, una estructura portante 1 y una parte 3 absorbidora de energía. La parte 3 absorbidora de energía se encuentra también en la zona superior del parachoques 2. La estructura portante 1 está montada en la zona del alerón del parachoques 2. La parte 3 absorbidora de energía se extiende por toda la anchura del vehículo. En este caso, las deformaciones producidas en toda la anchura del vehículo son absorbidas por medio de una banda 8 de sensores que está montada en el lado interior del parachoques 2. La banda 8 de sensores puede estar incrustada al menos parcialmente en una ranura 34 del parachoques. La banda de sensores contiene una pluralidad de sensores que suministran señales de medida sobre la deformación del parachoques 2 y sobre la deformación producida por un objeto impactante en el parachoques 2. Las mediciones de la deformación requieren tan sólo una fracción de un milisegundo, de modo que se puede realizar un gran número de mediciones por milisegundo. Es así posible obtener el desarrollo temporal de la deformación. La disposición de sensor lleva unida una unidad de transformación 9 que recibe las señales de sensor y las transforma en una magnitud eléctrica y que envía señales de tensión a una unidad central 10 que procesa las magnitudes eléctricas. En la unidad central 10 se desarrolla un algoritmo que obtiene el trabajo de deformación y los valores característicos de la masa y envía señales de salida eléctricas a una unidad de regulación 11 para uno o varios actuadores 12 que, en el caso de un impacto con un peatón, activan un equipo de seguridad no representado.

La cadena de señales de los ejemplos de realización descritos en relación con la figura 1 y la figura 2 corresponde a la cadena de señales que se desarrolla, partiendo de la banda de sensores de la figura 3, cuando se detecta un choque. No obstante, en las figuras 1 ó 2 no se utiliza una banda 8 de sensores, sino que se evalúan las señales de sensores individuales no necesariamente acoplados uno con otro. Cuando se deforma el parachoques, se obtiene cada ángulo individual para la deformación del sensor afectado. Con ayuda de estos ángulos se puede obtener, para una longitud de sensor conocida, el valor de la participación en la deformación que ha sido medida por el sensor afectado. En el supuesto de que la deformación discorra de forma aproximadamente simétrica al comienzo de la misma, se puede obtener un semiperfil de la deformación con ayuda del número de sensores activos. Con estos semiperfiles de deformación se pueden determinar aproximadamente la forma del objeto y su tamaño.

Midiendo nuevamente el desarrollo temporal de las deformaciones se puede establecer si se deforma el propio objeto 16 que genera la deformación. En el caso de un objeto deformable será retardado el comienzo de la deformación, puesto que primeramente se somete el objeto, es decir, por ejemplo, la pierna del peatón, a una deformación antes de que se inicie la deformación del parachoques 2.

La figura 4 muestra una sección a través de una zona frontal de un vehículo según un tercer ejemplo de realización. En esta figura se representan en sección posibles disposiciones de sensor. Los sensores se encuentran dispuestos entre el parachoques 2 y la parte 3 absorbidora de energía en un rebajo 13 presente en el parachoques 2. Esta disposición abre la posibilidad de incorporar el sensor o la banda de sensores en un momento cualquiera. Además, el sensor o la banda de sensores es accesible en cualquier momento a una inspección o a una operación de mantenimiento, dado que, después del desmontaje del parachoques, este sensor o esta banda permanece unido con éste.

Cuando el sensor se incorpora en la zona del alerón frontal 15, la incorporación se efectúa de manera análoga a los ejemplos de realización anteriormente indicados. Para la precisión de la medición es ventajoso que en la zona del alerón frontal 15 se presente una rigidez homogénea por toda la anchura del vehículo.

ES 2 309 522 T3

La figura 5a muestra el funcionamiento de los sensores según un primer ejemplo de realización. La banda de sensores anteriormente descrita se monta en el lado interior del revestimiento exterior 2, el cual se puede deformar bajo la acción de un choque, tal como por ejemplo, en una ranura del parachoques, según se ha representado en las figuras 2 a 4. La figura 5a muestra una representación esquemática de un objeto 16 antes del choque con un vehículo. Dado que el objeto 16 se encuentra en la situación anterior al choque con el vehículo, se presenta una velocidad relativa $v_0 \sim 0$, que en el momento del impacto será la velocidad de intrusión del objeto 16 en el vehículo. Por tanto, en un objeto de masa m_0 se presenta una energía cinética E_{cin} :

$$E_{cin} = 0,5 \cdot m_0 \cdot v_0^2$$

La representación esquemática de un objeto 16 después del impacto con un vehículo muestra la deformación de la disposición de sensores o de la banda de sensores integrada en el lado frontal del vehículo. Después del impacto del objeto 16 con el vehículo se puede partir con buena aproximación de que toda la energía cinética se convierte en trabajo de deformación W_{def} .

Por tanto, resulta del balance de energía

$$m_0 = 2 \cdot \frac{W_{def}}{v_0^2}$$

Cuando el propio objeto 16 es deformable, el trabajo de deformación se compone entonces del trabajo de deformación depositado en el vehículo y del trabajo de deformación depositado en el objeto, es decir:

$$W_{def} = W_{def/vehículo} + W_{def/objeto}$$

Sobre la base de esta relación se puede definir con buena aproximación una masa efectiva m_{ef} en función de un factor dinámico, de modo que se cumple

$$m_{ef} = f_{din} \times m_0$$

Cuando un objeto hace impacto con el parachoques 2, éste se deforma localmente junto con los sensores (S01, S02, S03, S04, S05, S06) o la banda de sensores y el material de espuma. Según la forma del objeto 16, se genera en el parachoques un modelo de deformación que puede ser registrado por los sensores según el principio siguiente y que suministra un valor de medida por sensor y por unidad de tiempo. Debido al montaje flotante del sensor o de la banda de sensores en el lado interior del parachoques, la banda con los pares de sensores está en condiciones de adaptarse al contorno del sujeto impactante.

En una ejecución ventajosa los sensores consisten en sensores de fibra óptica.

Cada sensor tiene una constitución representada con mayor exactitud en la figura 7. Un sensor de fibra óptica contiene fibras ópticas que son la base de la medición. Una fibra óptica consiste en un núcleo conductor de luz, o sea, el conductor de ondas luminosas, y una envoltura cuyo índice de refracción es más pequeño que el del núcleo, para que no pueda salir luz hacia fuera. En el núcleo se puede propagar la luz por efecto de la reflexión total en el límite núcleo-envolvente. En la elección de los materiales existen diferentes combinaciones para envoltente y núcleo, los cuales pueden consistir ambos en vidrio de cuarzo, en vidrio normal o en plástico o pueden contener una combinación de materiales, por ejemplo una envoltente de plástico y un núcleo de vidrio de cuarzo. Un sensor de fibra óptica mide variaciones en la transmisión de la luz que se originan a consecuencia de acciones mecánicas sobre la envoltente del conductor de ondas luminosas. Sin embargo, el funcionamiento de un sensor de fibra óptica se puede reducir básicamente a unos pocos principios. Se diferenciará aquí entre sensores extrínsecos (externos) e intrínsecos (internos).

En los sensores externos el conductor de ondas luminosas se hace cargo exclusivamente del transporte de luz o datos hacia el sitio de medida y de vuelta al receptor. En el propio sitio de medida la medición es asumida por un sensor que no pertenece al tipo de los sensores de fibra óptica y que modula entonces la luz que llega en función del efecto de medida.

En los sensores internos de fibra óptica la magnitud de medida actúa directamente sobre las propiedades de transmisión del conductor de ondas luminosas. Debido a influencias exteriores, se produce entonces una variación de las propiedades del conductor de ondas luminosas, como, por ejemplo, deformaciones de su geometría o variaciones de su coeficiente de refracción, es decir que no se modifica la estructura interna del conductor de ondas luminosas. En los sensores internos de fibra óptica se diferencia nuevamente entre dos clases de fibras, las fibras monomodo y las fibras multimodo. En los sensores multimodo se influye sobre las propiedades de transmisión del conductor de ondas luminosas por medio de la magnitud a medir, es decir que la intensidad de la luz varía por efecto de magnitudes que actúan desde fuera. En el sensor multimodo la fase de las ondas luminosas conducidas varía con las acciones exteriores, diferenciándose entre modulación en intensidad, en fase, en frecuencia y en polarización.

Con el progreso de la optoelectrónica han adquirido cada vez mayor importancia los sensores de fibra óptica. La magnitud medida, la luz, no es especialmente susceptible a la mayoría de las influencias exteriores. Es de destacar aquí especialmente la muy alta insensibilidad frente a ondas electromagnéticas y campos magnéticos. Se puede materializar muy bien una compensación de la temperatura. Además, el sistema hace posible una transmisión de datos casi exenta de pérdidas a lo largo de una distancia grande. En la aeronáutica y en la navegación espacial los sensores muestran su alto potencial de aplicación al confeccionar perfiles de carga de las estructuras de soporte y al medir la distribución de la temperatura en la cabina de los pasajeros aéreos. Ahora bien, en otros sectores, como en la técnica militar, la navegación marítima, el transporte de petróleo, han hecho también su entrada los sensores de fibra óptica.

En principio, existen diferentes fenómenos físicos con ayuda de los cuales un sensor de fibra óptica puede percibir su entorno. El microcurvado y la rejilla de fibras de Bragg son dos efectos relevantes para la protección de peatones y se explican seguidamente.

Si en un sensor de fibras ópticas basado en el microcurvado según la figura 7 se curva una fibra, se acopla entonces una parte de la luz con la envolvente. Para minimizar esta tasa de pérdida, la envolvente de una fibra es provista normalmente de una capa reflectante. Sin embargo, este efecto puede utilizarse también para determinar el curvado de la fibra en una zona determinada. A este fin, en la zona sensible de la fibra se retira la capa reflectante de la envoltura y se incrusta la fibra en un material absorbedor de luz para que no se produzca ninguna retrodispersión.

La tasa de pérdida depende aquí directamente de la dirección del curvado de la fibra y la magnitud de la tasa de pérdida es linealmente proporcional a la intensidad del curvado. Esta tasa de pérdida se transforma, en una optoelectrónica, en una señal de tensión que es directamente proporcional al curvado de la zona sensible de la fibra. En la disposición representada en la figura 5a cada sensor está conectado a una unidad de transformación propia 9 que contiene una fuente de luz y un convertidor optoelectrónico propio.

Un objeto 16, al hacer impacto en los sensores S01 a S06, puede provocar una deformación determinada de dichos sensores que depende, de manera característica, de la forma del objeto 16. Los sensores S01 a S06 son deformados de manera diferente por el impacto del objeto 16, de modo que éstos suministran también intensidades de señal diferentes. Si se diseñan los sensores S01 a S06 de modo que suministren una intensidad de señal mayor en el caso de una deformación mayor, se puede cumplir entonces en el presente ejemplo gráficamente representado que la intensidad de señal del sensor S03 sea n veces mayor que la intensidad de señal del sensor S02. Además, se cumple que la intensidad de señal del sensor S02 es aproximadamente n veces mayor que la intensidad de señal del sensor S01. Lo mismo se cumple para la relación de las intensidades de señal de los sensores S04, S05, S06. Por tanto, en este ejemplo de realización se presenta una relación característica entre las intensidades de señal que puede ser también característica de una clase de objeto determinada, por ejemplo la pierna de un peatón.

La intensidad de señal corresponde aquí a la porción de la luz que ha sido absorbida. Si se forma la diferencia entre la luz aportada y la luz alimentada desde la línea de retorno del sensor al convertidor optoelectrónico, se obtiene la magnitud de base para la intensidad de señal. La magnitud de base es convertida por el convertidor optoelectrónico en una señal de tensión. Por tanto, cuanto mayor sea la deformación, tanto mayor será el valor de la diferencia y, por tanto, tanto mayor será el valor de la señal de tensión.

Mediante el cálculo anteriormente descrito del hundimiento del parachoques se puede calcular ahora por medio de un algoritmo, a partir de las señales de tensión, el perfil de penetración o el perfil de intrusión. Este cálculo se realiza en la unidad central 10. El perfil de penetración calculado es comparado luego con perfiles de ensayo que provienen de ensayos realizados con diferentes cuerpos de ensayo en condiciones de ensayo exactamente establecidas. Mediante esta comparación se establece por parte de la unidad central si el impacto requiere una activación del sistema de protección de peatones.

La figura 5b muestra una variante de la disposición de sensor representada en la figura 5a. A diferencia de la figura 5a, están dispuestas a lo largo de la banda 8 de sensores una serie completa de zonas 18 absorbedoras de luz. Cuando se deforma la banda de sensores, se produce una absorción de una parte de los rayos de luz 17. Se mide la porción de la luz que es conducida a través de la banda. Este método de medición es adecuado especialmente para sensores que están incorporados en partes absorbedoras de energía según la figura 1.

En las figuras 6a a 6c se representa el modo en que pueden combinarse varias filas de tales sensores. Tales variantes pueden utilizarse especialmente en el caso de una oferta de espacio relativamente pequeña para los sensores debido

ES 2 309 522 T3

a la configuración de las partes absorbedoras de energía. En la figura 6a se representa una disposición en la que las zonas 18 absorbedoras de luz se repiten regularmente a lo largo de los sensores 19. Asimismo, se pueden definir sobre los diferentes sensores 19 unos tramos de sensor 20 que se repiten también regularmente. En este ejemplo un objeto que incida de manera determinada con respecto a alguno de los tramos de sensor 20 que se repiten generará siempre el mismo modelo de señal. Por tanto, el modelo de señal no da información sobre cuál de los tramos de sensor 20 que se repiten ha sido alcanzado. Sin embargo, se capta la información sobre la característica del impacto.

En la figura 6b las zonas 18 absorbedoras de luz están distribuidas también regularmente por los distintos sensores 19. No obstante, las distancias de las zonas 18 absorbedoras de luz en los distintos sensores son diferentes. Por tanto, esta disposición de sensor suministraría, al chocar un objeto, modelos de intensidad distintos de los obtenidos al chocar el objeto con una disposición de sensor según la figura 6a, pudiendo obtenerse diferentes informaciones sobre la característica del impacto por medio de la naturaleza de la disposición de las zonas 18 absorbedoras de luz.

La figura 6c muestra otra variante más de la disposición de zonas 18 absorbedoras de luz sobre los sensores 19, estando previstas en este caso unas zonas 18 absorbedoras de luz con dimensiones longitudinales diferentes.

Aparte de las disposiciones de sensores 19 y zonas 18 absorbedoras de luz de los sensores que se indican en las figuras 6a a 6c, son imaginables numerosas posibilidades adicionales, como, por ejemplo, el empleo de zonas absorbedoras de luz de dimensiones en anchura diferentes. La selección depende de lugar de montaje de los sensores.

Si, aparte de la característica del impacto, se debe establecer también el lugar del impacto, se pueden montar varias de tales disposiciones de sensor en sitios diferentes del vehículo. Por tanto, se puede localizar inequívocamente el lugar del impacto y al mismo tiempo se puede averiguar la causa del impacto por medio de la característica.

La figura 7 muestra una disposición de sensores de fibra óptica con fuente de luz 21 y detectores 22, 23. En un material de soporte 24 están dispuestos dos sensores 25, 26 de fibra óptica. El sensor 25 de fibra óptica no está equipado con una zona 18 absorbidora de luz, mientras que el sensor 26 de fibra óptica está provisto de una zona 18 absorbidora de luz; esto se ha insinuado mediante la limitación representada como una línea interrumpida 27 con respecto a la zona 18 absorbidora de luz del material de soporte 24. Si se acopla ahora luz proveniente de una fuente de luz 21 en un extremo 28 del conductor de ondas luminosas del sensor 26 de fibra óptica, se conduce entonces la luz a través del conductor de ondas luminosas del sensor 26 de fibra óptica y esta luz llega finalmente con una intensidad remanente al otro extremo 29 del conductor de ondas luminosas del sensor 26 de fibra óptica. Se puede medir allí la intensidad de la luz por medio de un detector 22. Si se deforma ahora la zona 18 absorbidora de luz del sensor 26 de fibra óptica, esto tiene influencia sobre la intensidad luminosa que sale en esta zona y, por tanto, también sobre la intensidad luminosa recogida por el detector 22. Debido a la deformación de la zona 18 absorbidora de luz incide en esta zona absorbidora de luz un mayor número de rayos luminosos. Estos rayos luminosos son absorbidos y, en consecuencia, aminoran la intensidad luminosa. La magnitud característica necesaria de la deformación resulta de la diferencia entre la luz acoplada a través de la fuente de luz 21 y la intensidad percibida en el detector 22. Para obtener la proporción de pérdidas condicionadas por el propio conductor de ondas luminosas es posible disponer en paralelo con el sensor 26 de fibra óptica otro sensor 25 de fibra óptica, si bien éste no presenta ninguna zona absorbidora de luz. Si se acopla con este conductor de ondas luminosas luz proveniente de la misma fuente de luz 21 que se emplea también para el sensor 26 de fibra óptica, la intensidad de señal emitida por el detector 23 puede ser comparada entonces con la intensidad de señal emitida por el detector 22. A través de un circuito electrónico correspondiente que en este ejemplo de realización está simbolizado por un amplificador 30, la señal de intensidad del detector 23 puede emplearse como señal de entrada para la fuente de luz 21 y, por tanto, para la representación de un circuito de referencia. Se pueden compensar así las fluctuaciones de la intensidad entregada por la fuente de luz 21 y las pérdidas de los conductores de ondas luminosas.

La señal de intensidad del detector 22, que se denomina en general unidad de transformación 9, se emplea para generar una señal de tensión, concretamente de preferencia por medio de un convertidor optoeléctrico conectado al detector 22.

Las señales de tensión pasan de la unidad de transformación 9 a una unidad central 10. La unidad central 10 contiene una unidad de filtro pasaalto 43, una unidad de submuestreo 44 y una unidad de calibrado 45. En la unidad de submuestreo las señales que entran, por ejemplo, con una frecuencia de exploración de 10 señales/milisegundo desde la unidad de filtro pasaalto 43 se reducen a un número que se puede procesar después adicionalmente en la unidad de procesador 43. Dado que la duración del procesamiento de las señales en el marco del algoritmo es mayor que la frecuencia de exploración, se retransmiten a la unidad de procesador 46 solamente señales a partir de intervalos de tiempo o valores medios determinados de las señales entrantes. Para que la señal que entra desde la unidad de submuestreo pueda emplearse como señal de entrada para el algoritmo que se desarrolla en la unidad de procesador 46, es necesario un calibrado de la señal. A continuación, se efectúa la evaluación de las señales en la unidad de procesador 46. Se desarrolla allí el algoritmo, el cual evalúa las informaciones sobre el lugar de impacto representadas en las figuras 10-12 y las asocia a una situación de impacto. Cuando la situación de impacto ha sido identificada como un impacto con un peatón, se activa el sistema de seguridad de peatones a través de uno o varios actuadores.

Se expone seguidamente con detalle el desarrollo del algoritmo.

ES 2 309 522 T3

Después de una señal de disparo generada a consecuencia de un choque de un objeto se captan paso a paso valores de medida diferentes. En primer lugar, se capta el número de sensores que reaccionan. Se determina entonces la longitud de intrusión sobre la base de una suma de tres máximos de señal. En el paso siguiente se obtiene la velocidad de intrusión sobre la base de una información de tiempo. Se captan particularidades dinámicas del impacto, especialmente el comportamiento de deformación del objeto impactante. Seguidamente, se determina el número de máximos principales de las señales captadas por los sensores.

Partiendo de los parámetros determinados se obtiene la masa m_0 según la relación

$$m_0 = k \cdot \frac{W_{def}}{v_0^2}$$

Partiendo de este resultado de cálculo se obtiene, teniendo en cuenta también los criterios dinámicos, la masa efectiva m_{ef} según la relación

$$m_{ef} = f_{din} \times m_0$$

Este parámetro de masa efectivo se emplea en el desarrollo ulterior del procedimiento. Sin embargo, es posible también que, sin calibrado de la masa y teniendo en cuenta criterios dinámicos, se emplee la masa directamente determinada m_0 como criterio para las decisiones siguientes.

Como actuación siguiente se determina si la masa efectiva m_{ef} está situada dentro de una ventana de masa comprendida entre 5 kg y 20 kg. Si no ocurre esto, se decide entonces que no se active una protección de peatones (“no disparar”).

Por el contrario, si la masa efectiva está situada dentro del intervalo prefijado, se determina entonces si la velocidad de intrusión está situada dentro de una ventana de velocidad prefijada comprendida entre 20 km/h y 60 km/h. Si la velocidad de intrusión es inferior a 20 km/h o superior a 60 km/h, no se activa entonces la protección de peatones. Si la velocidad de intrusión está situada dentro de la ventana de velocidad prefijada, se comprueba entonces todavía con qué probabilidad se trata, por ejemplo, de un peatón teniendo en cuenta los criterios dinámicos proporcionados. Si no se trata de un peatón, no se puede disparar la protección de peatones.

Sin embargo, si se determina que el impacto ha sido producido por un peatón, se induce entonces una activación de la protección de peatones. En principio, en la mayoría de los casos es suficiente una decisión sobre solamente la base del parámetro de masa y la velocidad de intrusión.

A continuación de una decisión positiva, se determina todavía sobre la base de una comparación del número de sensores y del número de máximos principales si el impacto fue provocado con gran probabilidad por un objeto distinto del objeto prefijado, por ejemplo por un peatón. Si el impacto fue provocado por un objeto distinto, no se activa entonces el sistema de protección de peatones. Sin embargo, si se verifica que, con gran probabilidad, no se trata de un objeto distinto, se activa entonces la protección de peatones.

La figura 8 muestra una vista del extremo delantero de un vehículo automóvil para explicar el montaje de disposiciones de sensor, tal como una banda 8 de sensores. Sobre una estructura portante 1, que está constituida por un larguero 31 y un travesaño 32, está dispuesta una espuma elástica 33 en calidad de parte 3 absorbidora de energía. Esta espuma 33 tiene, por ejemplo, un espesor de 60 a 70 mm. La espuma está rodeada por el revestimiento exterior, en este caso el parachoques. En una ranura 34 del lado interior del parachoques 2 está colocada la disposición de sensor 8 con los sensores de fibra óptica. Para que la disposición de sensor materializada como banda 8 de sensores pueda deformarse sin impedimentos, tiene que estar garantizado que la banda de sensores pueda moverse libremente en la dirección de medida.

Las tensiones de tracción sobre la banda de sensores pueden dañar los conductores de ondas luminosas de los sensores de fibra óptica. Si se producen fisuras en la envolvente del conductor de ondas luminosas, se alteran las propiedades ópticas de la envolvente. En el área de la fisura se puede originar una zona absorbidora de luz, lo que conduce a que se absorba más luz de lo que correspondería a la deformación real. Por tanto, el sensor registra una deformación mayor o una intrusión mayor. Dado que los puntos de arranque de las fisuras pueden aparecer en sitios cualesquiera del conductor de ondas luminosas, se puede alterar así toda la característica de impacto y se podrían producir disparos erróneos del sistema de protección de peatones. Por este motivo, hay que evitar todo daño del sensor. El sensor o la banda de sensores tienen que participar en cada deformación. El material de soporte de la banda de sensores está constituido para ello por un material elástico, preferiblemente por un acero para muelles. La

banda de sensores 8 no está expuesta durante el funcionamiento normal del vehículo a influencias ambientales, ya que está situada en el lado interior del revestimiento exterior del vehículo en el caso de la figura 8, es decir, detrás de un parachoques 2. Ventajosamente, la espuma 33 se une al revestimiento exterior, de modo que apenas se produce ensuciamiento o corrosión de los sensores. Es posible también utilizar como junta las zonas de la espuma que rodean a la banda de sensores para que esta banda de sensores no reciba daños originados por influencias ambientales, tales como influencias climatológicas o aceite del motor, líquido hidráulico, líquido de lavado y similares.

El parachoques puede considerarse como un forro exterior de plástico que puede presentar un espesor de, por ejemplo, 2 a 3 mm. Este forro exterior de plástico se deforma al chocar con un objeto, sin que se astille ni se rompa. Por tanto, la banda de sensores con su montaje flotante en una cavidad o en una ranura del revestimiento exterior 2 absorbe todas las deformaciones con fidelidad de contornos.

La figura 9a muestra una sección a través de un revestimiento exterior con la banda de sensores y su fijación según un primer ejemplo de realización. El recorrido de deformación necesario para la deformación es proporcionado por una espuma 33 dispuesta sobre un travesaño 32. Este recorrido de deformación es necesario para la protección del peatón. La espuma 33 contribuye a la deformación sin impedimentos de la banda 8 de sensores de modo que pueda evitarse un daño de la misma durante el impacto.

A este fin, se prevé una ranura 34 en el revestimiento exterior. En la ranura 34 se aplica una capa adhesiva 35. La capa adhesiva absorbe el esfuerzo de cizalladura que se presenta durante el impacto, con lo que la propia banda 8 de sensores no está ya expuesta a fuerzas de cizalladura. Si se sobrepasa un esfuerzo de cizalladura determinado y este valor rebasa un valor umbral determinado por las fuerzas de ligadura del material adhesivo, se forma una especie de sitio de rotura nominal en el pegamento. La banda 8 de sensores se desacopla así del revestimiento exterior 2.

La figura 9b muestra otro ejemplo de realización para la fijación de una banda 8 de sensores a un revestimiento exterior 2. La banda de sensores está situada dentro de una ranura 34 del revestimiento exterior 2 y es recibida en una envolvente de plástico, una llamada boquilla 36.

La boquilla rodea a la banda de sensores y puede consistir en material elástico, con lo que dicha banda de sensores se mantiene dentro de la boquilla 38 por efecto de la elasticidad del material, o bien mantiene el sensor dentro de la boquilla por medio de una capa adhesiva. Debido a la elasticidad del material se garantiza que la banda de sensores se exponga solamente a fuerzas de cizalladura que estén por debajo del valor umbral según la figura 9a. En lugar del empleo de un material elástico para la boquilla, ésta o la banda de sensores puede ser provista de una capa adhesiva según el ejemplo de realización representado en la figura 9a. Esta boquilla puede ser, por ejemplo, de polipropileno o EPDM. Para envolver la banda de sensores con la boquilla se hace pasar dicha banda de sensores a través de la boquilla. A este fin, un elemento de tracción, tal como un cable de tracción o similar, es colocado dentro de la boquilla durante la fabricación. El elemento de tracción está equipado con elementos de abrochado automático u otros elementos de retención que pueden recibir un extremo de la banda de sensores. El elemento de tracción se monta con la boquilla en el revestimiento exterior 2. Esto significa que la boquilla puede pegarse, aprisionarse o espumarse con el revestimiento exterior 2.

La propia boquilla 36 se pega dentro de la ranura en este ejemplo de realización.

La figura 9c es otro ejemplo de realización para la fijación de la banda 8 de sensores al lado interior del revestimiento exterior 2. El revestimiento exterior 2 presenta para ello una ranura 34 con un elemento de unión 37 cuya sección transversal puede ser variable. La ranura 34 tiene una sección transversal que se ensancha hacia dentro. En esta ranura se encaja ajustadamente la banda de sensores con su boquilla. El fondo 38 de la ranura puede, pero no tiene que servir de apoyo para la boquilla de la disposición de sensor. El elemento de unión 37 presenta preferiblemente paredes que terminan en forma cónica y que convergen hasta un elemento de gancho 39. Este elemento de gancho 39 está configurado de modo que pueda enganchar una unión de enchufe 50 unida con la boquilla 36. La unión de enchufe presenta un cuello 41 y una sección transversal que se va ensanchando y que está configurada como al menos un saliente 47. Dado que el cuello 41 y el saliente 47 tienen una distancia de uno a otro que sobrepasa la sección transversal máxima de la ranura, cada cuello se adhiere en el área de la sección transversal estrechada del elemento de unión 37. La boquilla, que está unida con la unión de enchufe 50 y puede ser también del mismo material, se enchufa así dentro de la ranura, con lo que la unión de enchufe 50 puede desplegar su acción. En la dirección del eje longitudinal de la banda de sensores se pueden mover los cuellos de la unión de enchufe, al menos a tramos, en la dirección del eje longitudinal de la banda de sensores bajo la influencia de la deformación producida por un impacto. Debido a la unión de enchufe 50, la boquilla y la banda de sensores están exactamente posicionadas con respecto al revestimiento exterior.

En lugar de una unión de enchufe 50, se puede prever también una serie de aberturas en la boquilla. Las aberturas están configuradas como agujeros alargados que presentan una sección transversal correspondiente a la forma del elemento de unión 37. Posteriormente, se pueden soldar o pegar los dos extremos de la boquilla 36 para ofrecer una mejor protección contra influencias climatológicas.

Los mismos principios de fijación pueden transferirse también a bandas de sensores que no estén dispuestas en toda la anchura de un vehículo, sino que estén dispuestas tan sólo localmente en un revestimiento exterior.

ES 2 309 522 T3

En un ejemplo de realización representado en la figura 9d la ranura 34 contiene unos botones 42. Estos botones 42 encajan en agujeros alargados 44 que están practicados en la disposición de sensor 8. Estos agujeros alargados 44 se practican en zonas no sensibles de la disposición de sensor. Mediante los agujeros alargados en la zona no sensible se efectúa una compensación de las fuerzas de cizalladura.

En la figura 9e se intercala debajo del sensor como capa de deformación adicional una espuma aún más blanda en calidad de capa de espuma blanda 51 para impedir efectos de compresión.

Ejemplo de ensayo para la constitución de una disposición de sensor de fibra óptica y los valores de medida generados con ayuda de la misma:

El sensor de fibra óptica se basa en el principio del microcurvado. La banda de sensores completa está constituida por ocho pares de sensores que están distribuidos sobre una longitud de 48 cm. Cada par de sensores posee dos sensores que están aplicados en bucles sobre los lados opuestos de una banda metálica. Estos bucles están situados formando un ángulo de 45° con el eje longitudinal de la banda de sensores y se solapan entre ellos. El sensor es activo en casi toda la longitud del mismo. En ambos sensores de un par estas zonas se encuentran situadas una en el lado superior y otra en el lado inferior del conductor de ondas luminosas. Un conductor de ondas luminosas de esta clase está constituido, en un ejemplo de realización, por polimetacrilato de metilo (PMMA) con un diámetro de no más de 0,5 mm.

Las señales luminosas se transforman en un convertidor optoelectrónico en señales de tensión que se registran en la unidad de registro de datos. Debido a la disposición a 45° de los bucles sensores, cada sensor mide la torsión y el curvado en las zonas sensibles correspondientes. A consecuencia de las posiciones diferentes de las zonas permeables a la luz de los sensores (lado superior o lado inferior) se pueden calcular también las porciones de tensión que son originadas por torsión y curvado. El criterio teórico es el siguiente:

$$V1 = a11\beta c + a21\tau c \quad V1: \text{tensión de salida del sensor 1}$$

$$V2 = a12\beta c + a22\tau c \quad V2: \text{tensión de salida del sensor 2}$$

a_{ij} : coeficientes de calibración

βc : curvado puro

τc : torsión pura

La flexión y la torsión se pueden derivar después de las señales de tensión en la forma siguiente:

$$\beta = (a22V1 - a21V2)/(a11a22 - a21a12) \quad : \text{flexión}$$

$$\tau = (a11V2 - a12V1)/(a11a22 - a21a12) \quad : \text{torsión}$$

En el caso de una flexión pura del sensor de fibra óptica se incrementa la señal de tensión de un sensor de un par de sensores y se reduce la del otro en la misma cuantía, ya que los dos sensores están sometidos ciertamente, como partes integrantes de un par, al mismo esfuerzo, pero sus zonas sensibles se encuentran respectivamente en el lado inferior y en el lado superior de la banda de sensores. Por el contrario, en caso de una torsión pura, se pueden medir en ambos sensores de un par de sensores las mismas diferencias de tensión con el mismo signo. Se puede deducir de ello que todos los sensores del sensor de fibra óptica poseen los mismos coeficientes de curvado y de torsión, sólo que con signos diferentes para los coeficientes de curvado del sensor de un par.

Con $a12 = -a11$ y $a21 = a22$ resulta:

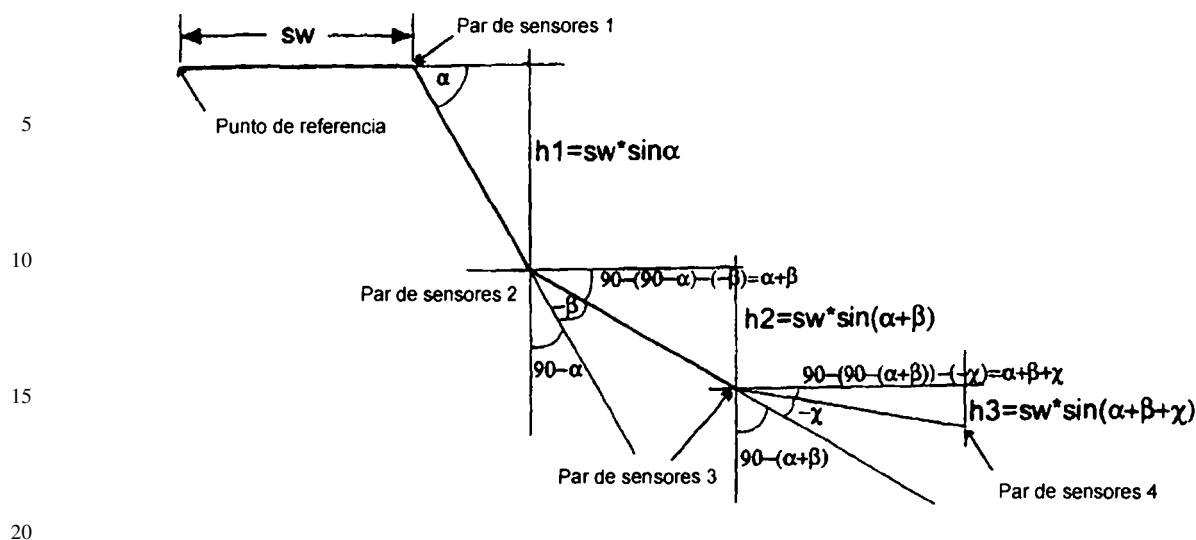
$$\beta = (V1 - V2)/2a11$$

$$\tau = (V1 + V2)/2a22$$

La señal de tensión provocada por un curvado es aquí linealmente proporcional al curvado del sensor. Este curvado se representa por medio de funciones angulares, es decir que a partir de las señales de tensión de un par de sensores se puede calcular el ángulo con el par de sensores anterior.

El ángulo de un par de sensores con el par anterior está sometido a la relación siguiente: $1V \cong 118,8^\circ (a11)$.

Con el procedimiento de triangulación se puede calcular por medio del sensor de fibra óptica la deformación o el hundimiento del material espumado.



en donde $\sin$ equivale a sen .

Para el cálculo del hundimiento máximo se cumple:

$$D = h1 + h2 + h3 + \dots$$

D: profundidad de deformación

sw : anchura de sensor; en este ejemplo es $sw=0,06 \text{ m}$

$$D = sw(\text{sen} \alpha + \text{sen}(\alpha + \beta) + \text{sen}(\alpha + \beta + \gamma + \dots))$$

α : ángulo del par de sensores 1

β : ángulo del par de sensores 2

γ : ángulo del par de sensores 3

Un curvado en el sentido de las agujas del reloj se define aquí como positivo y en sentido contrario a las agujas del reloj se define como negativo. Los ángulos de los distintos pares de sensores se refieren en cada caso al par de sensores anterior o al punto de referencia en el par de sensores 1. El grado de resolución de la determinación de la deformación depende aquí de la anchura del sensor. Teniendo en cuenta la evolución temporal de la deformación se puede calcular la velocidad de deformación, la cual suministra una manifestación temporalmente más temprana sobre el impulso del objeto.

Debido a las propiedades del sensor se pueden reproducir correctamente tan sólo objetos cuyo diámetro satisfaga la condición siguiente: $D > 4sw/\pi$ con la anchura de sensor (sw).

La figura 10 muestra una representación de los valores de deformación medidos de un ejemplo para un choque con un poste. En este caso, el eje 47 es un eje de tiempo, el eje 48 sirve para indicar la posición de los sensores y el eje 49 indica los valores para la intrusión es decir, los valores de deformación.

La figura 11 muestra una representación de los valores de deformación medidos de un ejemplo para un llamado impacto de una extremidad inferior, es decir, la simulación del impacto de una pierna de un peatón en un revestimiento exterior de vehículo.

La figura 12 muestra una representación de los valores de deformación medidos para un impacto rectangular.

Las figuras 10 a 12 muestran la evaluación de ensayos en los que se midió la evolución de un impacto por medio de una disposición de sensores de fibra óptica. Como magnitud caracterizadora del impacto se elige la intrusión o la velocidad de intrusión. El gráfico representado indica la evolución de la intrusión en función de la duración del impacto (ms) y del lugar de medida. El lugar de medida es uno de los 16 sensores. El resultado representado en la figura 10 consiste en un choque con un poste, asciendo la velocidad de impacto a 20 km/h. El diámetro del poste es de 35 a 40 mm. El impacto se produce en el centro, es decir, en la zona de los sensores S08 y S09. Los sensores

ES 2 309 522 T3

están dispuestos a una distancia sustancialmente idéntica una de otro sobre la banda de sensores en toda la anchura del vehículo y en el lado interior de un revestimiento exterior. El impacto conduce a una deformación y, para cada sensor, a una porción de luz desacoplada que corresponde a un valor para la deformación. El rayo de luz que pasa por el sensor es comparado en su intensidad con el rayo de luz de la fuente de luz y se le emite como señal de tensión en un convertidor ópticoeléctrico. Por medio de un algoritmo se asocia a cada señal de tensión un valor para la deformación, es decir, para la intrusión.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Disposición de sensor (8) en la zona frontal de un vehículo, por medio de la cual se miden las deformaciones del revestimiento exterior (2, 15) que se originan por efecto del choque de un objeto (16), captándose por medio de la disposición de sensor las deformaciones provocadas por un impacto de un objeto en el vehículo y presentando la disposición de sensor unos medios (9) para evaluar las señales suministradas por los sensores (19), de modo que puedan suministrarse informaciones sobre la característica del impacto, pudiendo obtenerse una velocidad de intrusión del objeto (16) con ayuda de los medios (9) destinados a evaluar las señales suministradas por los sensores, **caracterizada** porque se puede determinar un trabajo de deformación teniendo en cuenta informaciones de tiempo que son captadas por sensores (19) de la disposición de sensor (8) y se puede obtener un parámetro característico de la masa del objeto (16) teniendo en cuenta el trabajo de deformación y la velocidad de intrusión, discurriendo la disposición de sensor (8) en el lado interior del revestimiento exterior, que está configurado como parachoques o alerón frontal, y estando prevista una capa adhesiva (35) entre el revestimiento exterior (2, 15) y la disposición de sensor (8).
- 15 2. Disposición de sensor según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la disposición de sensor se desacopla del revestimiento exterior (2, 15) por efecto del fallo de la capa adhesiva (35).
- 20 3. Disposición de sensor según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la capa adhesiva (35) está prevista en una ranura (34) del revestimiento exterior.
4. Disposición de sensor según la reivindicación 3, **caracterizada** porque la longitud de la ranura (34) sobrepasa la longitud de la disposición de sensor (8).
- 25 5. Disposición de sensor según la reivindicación 1, **caracterizada** porque en el lado interior del revestimiento exterior (2, 15) está montado al menos un elemento de unión (37).
6. Disposición de sensor según la reivindicación (5), **caracterizada** porque el elemento de unión (37) es parte de una unión de enchufe (50).
- 30 7. Disposición de sensor según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la unión de enchufe (50) es parte de la disposición de sensor (8).
8. Disposición de sensor según la reivindicación 6, **caracterizada** porque la unión de enchufe (50) es parte del revestimiento exterior (2, 15).
- 35 9. Disposición de sensor según la reivindicación 5, **caracterizada** porque el elemento de unión (37) es una boquilla (36).
- 40 10. Disposición de sensor según la reivindicación 9, **caracterizada** porque la longitud de la boquilla (36) sobrepasa la longitud de la disposición de sensor (8).
11. Parte absorbidora de energía con una disposición de sensor según la reivindicación 9, **caracterizada** porque el sensor es móvil dentro de la boquilla (36).
- 45 12. Parte absorbidora de energía según la reivindicación 11, **caracterizada** porque la boquilla (36) está soldada en sus extremos.
13. Parte absorbidora de energía según la reivindicación 11, **caracterizada** porque la boquilla (36) está pegada sobre el revestimiento exterior (2, 15).
- 50 14. Disposición de sensor según la reivindicación 8, **caracterizada** porque la disposición de sensor (8) presenta zonas insensibles.
- 55 15. Disposición de sensor según la reivindicación 14, **caracterizada** porque las zonas insensibles contienen agujeros alargados cada (44).
16. Disposición de sensor según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la disposición de sensor (8) está rodeada al menos en parte por una capa de espuma blanda (51).
- 60 17. Parte absorbidora de energía con una disposición de sensor según la reivindicación 16, **caracterizada** porque la capa de espuma blanda (51) está dispuesta dentro de una ranura (34).
- 65

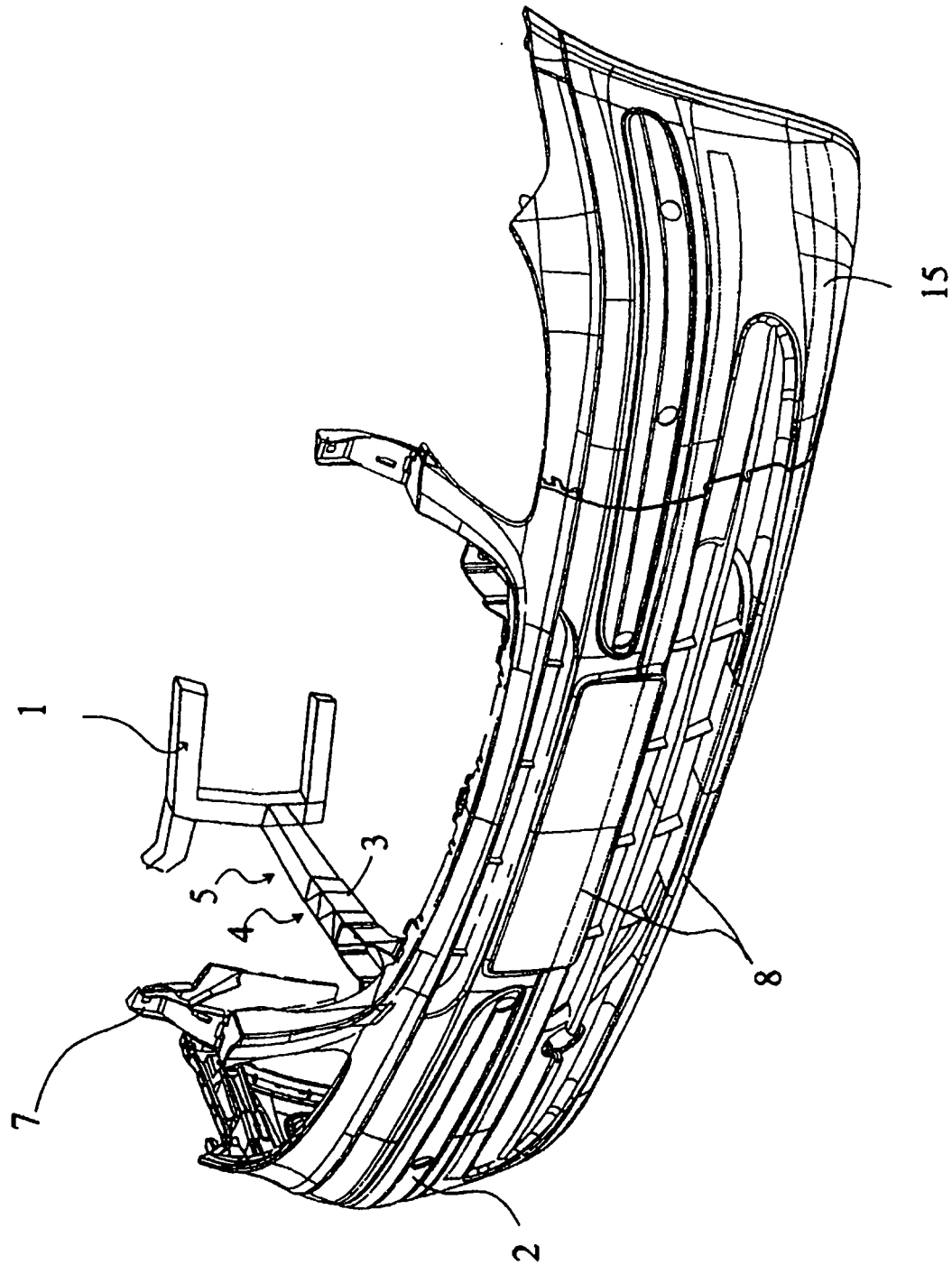


Fig. 1

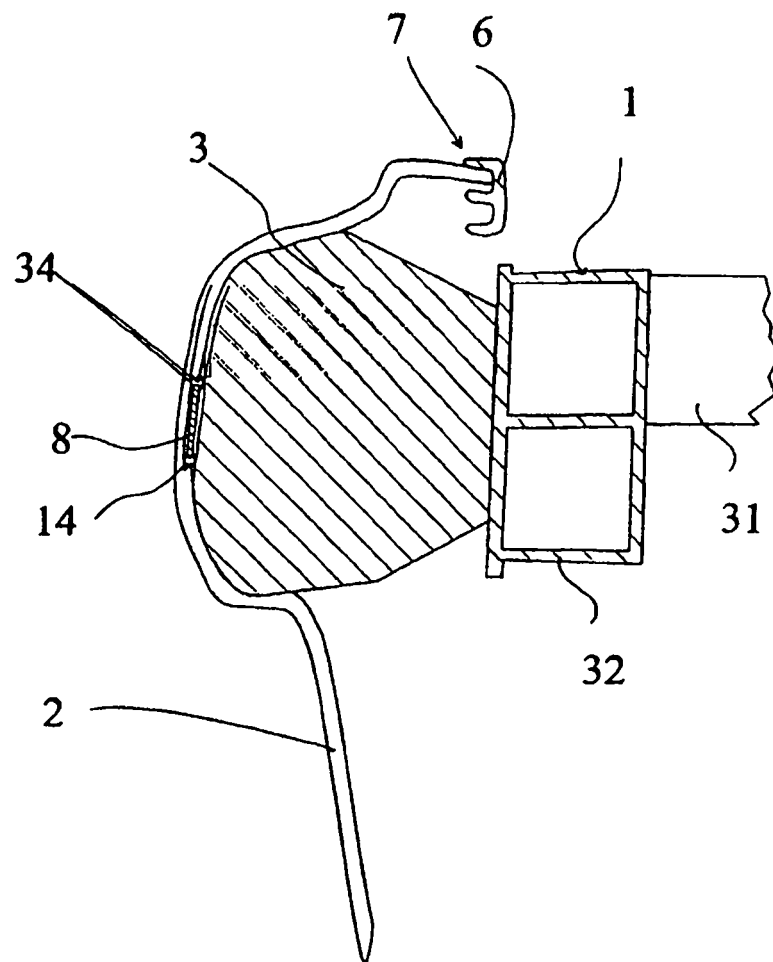


Fig. 2

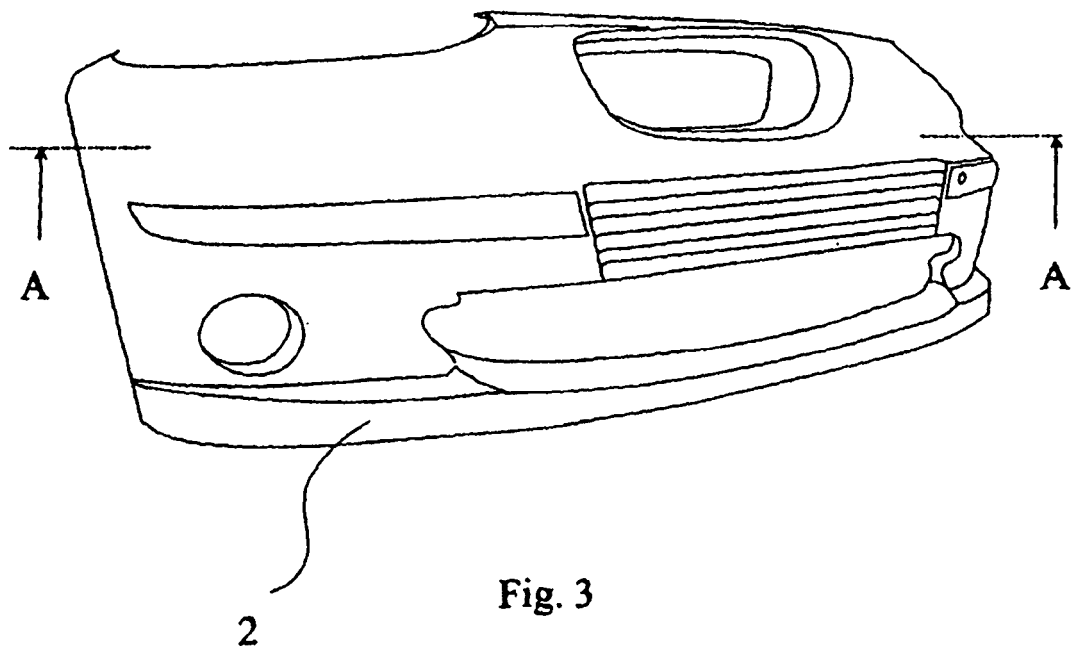
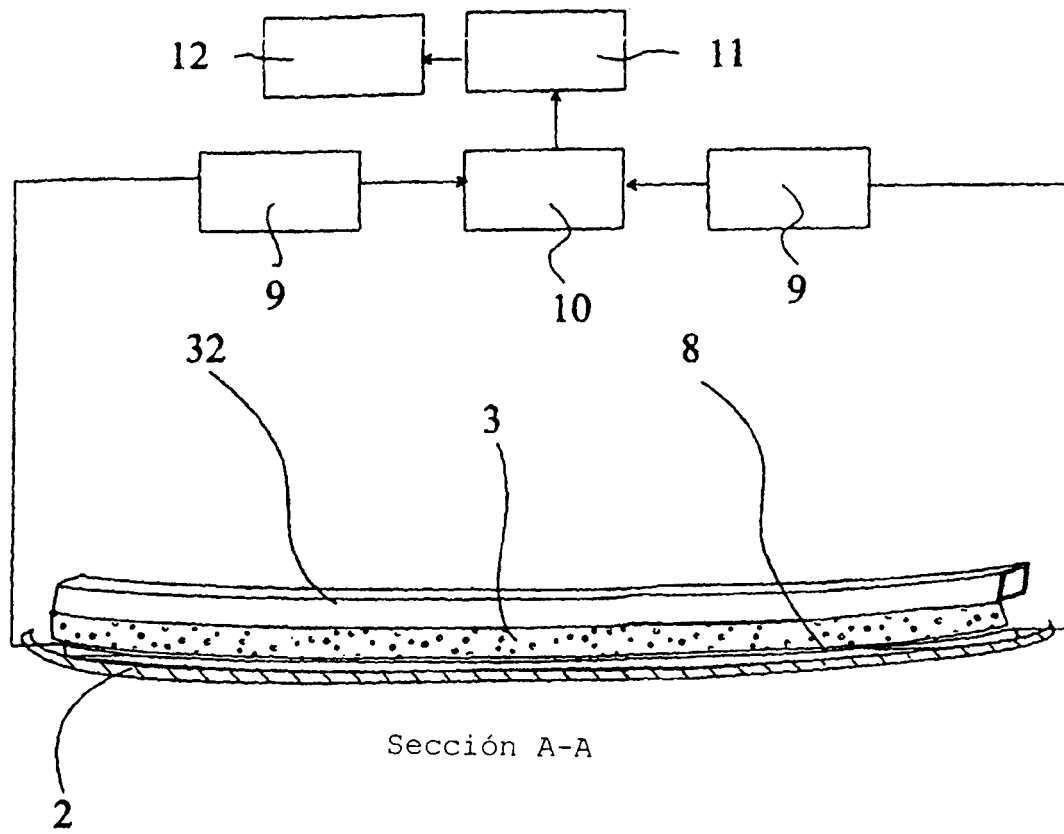


Fig. 3

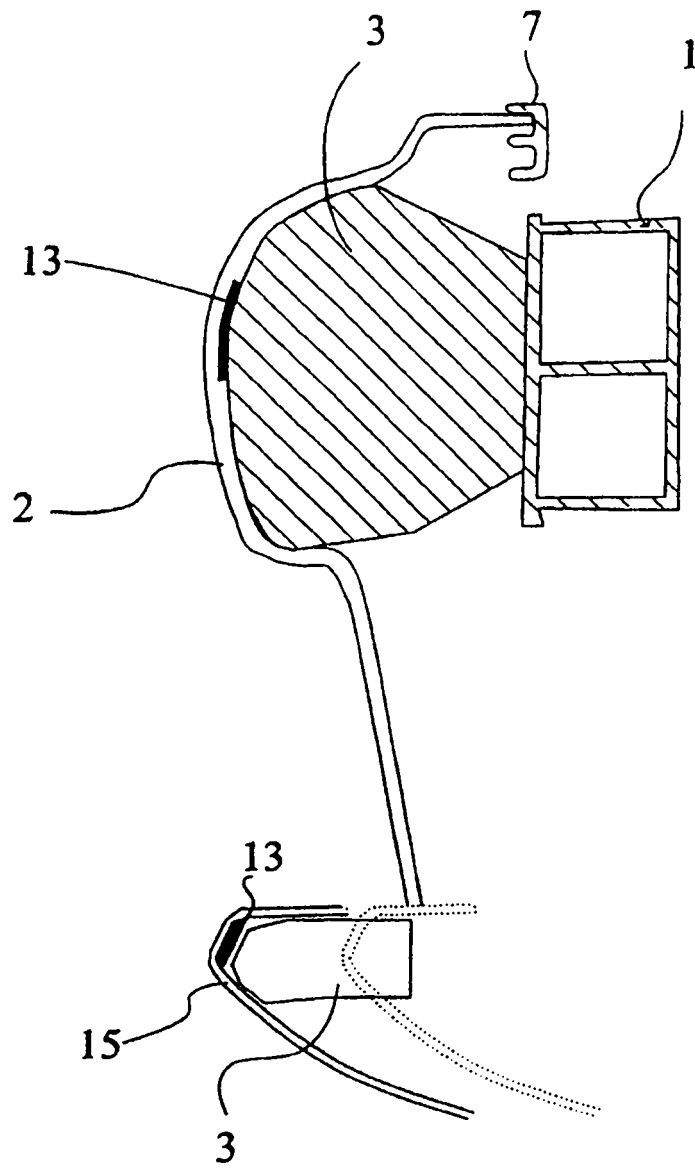


Fig.4

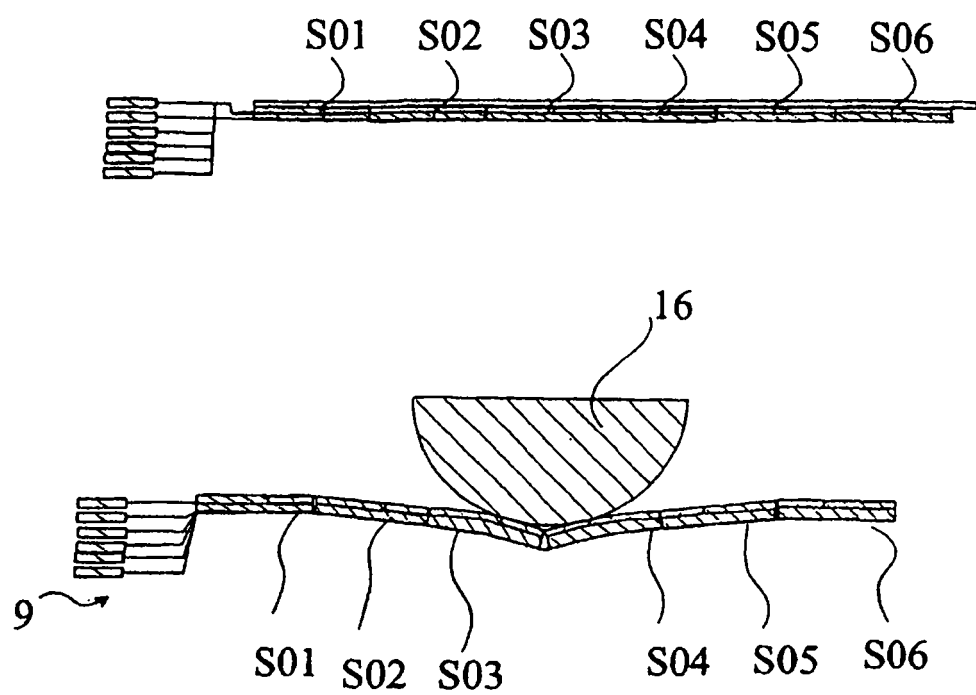


Fig. 5a

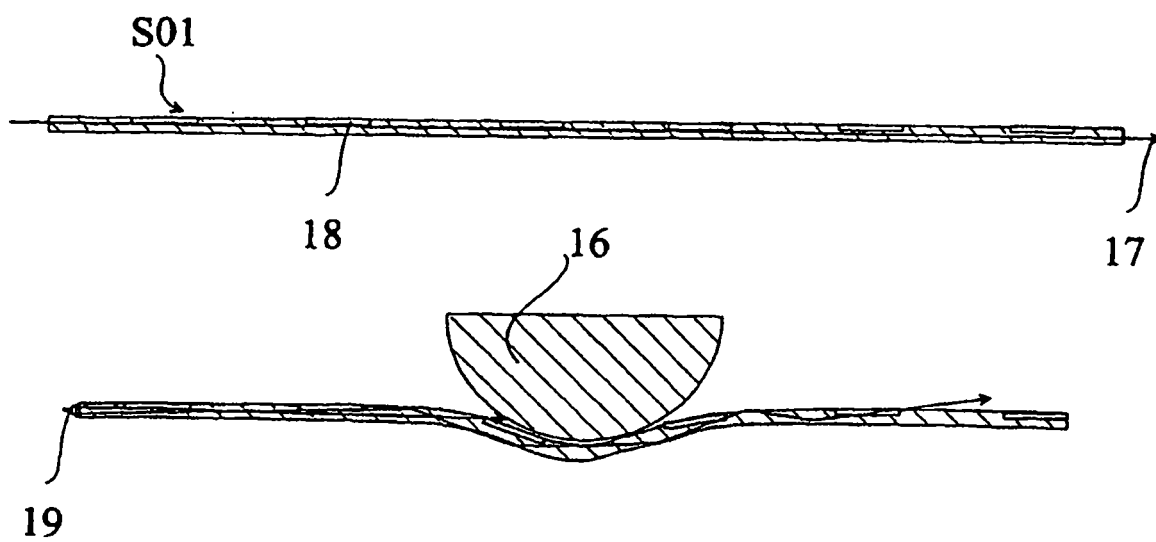


Fig. 5b

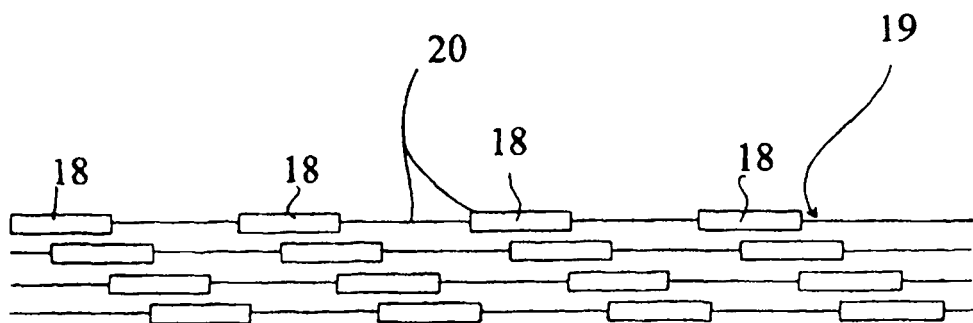


Fig. 6a

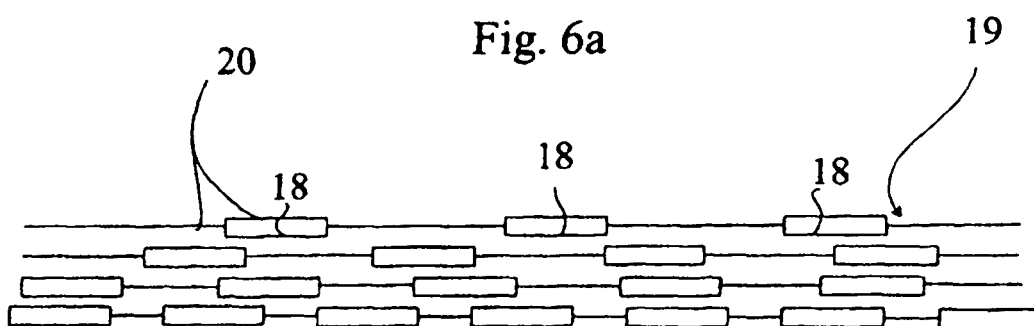


Fig. 6b

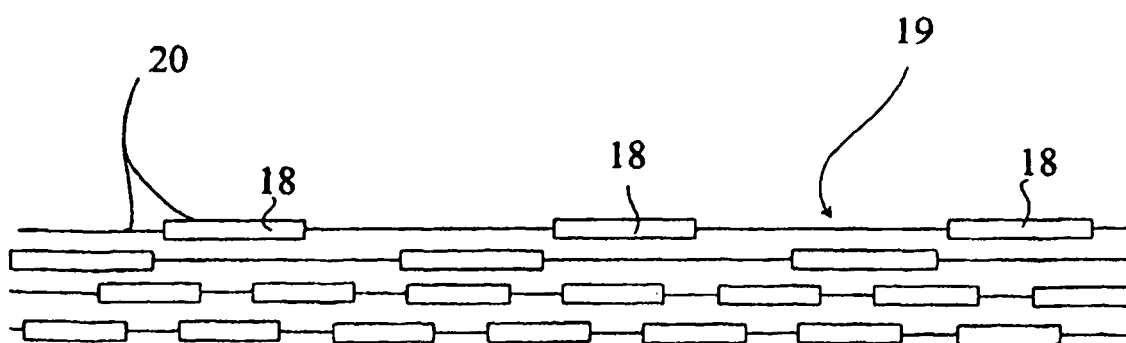


Fig. 6c

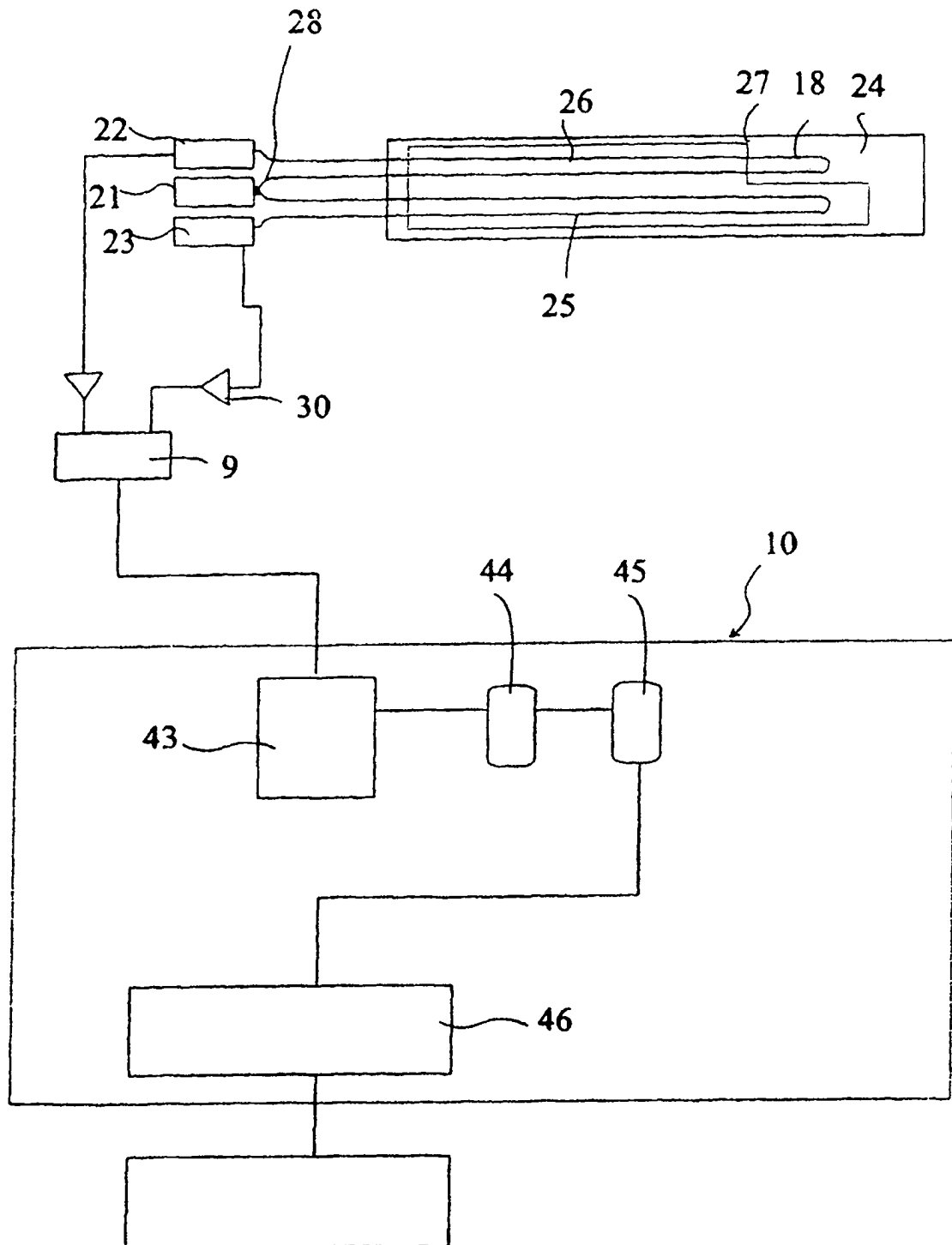


Fig. 7

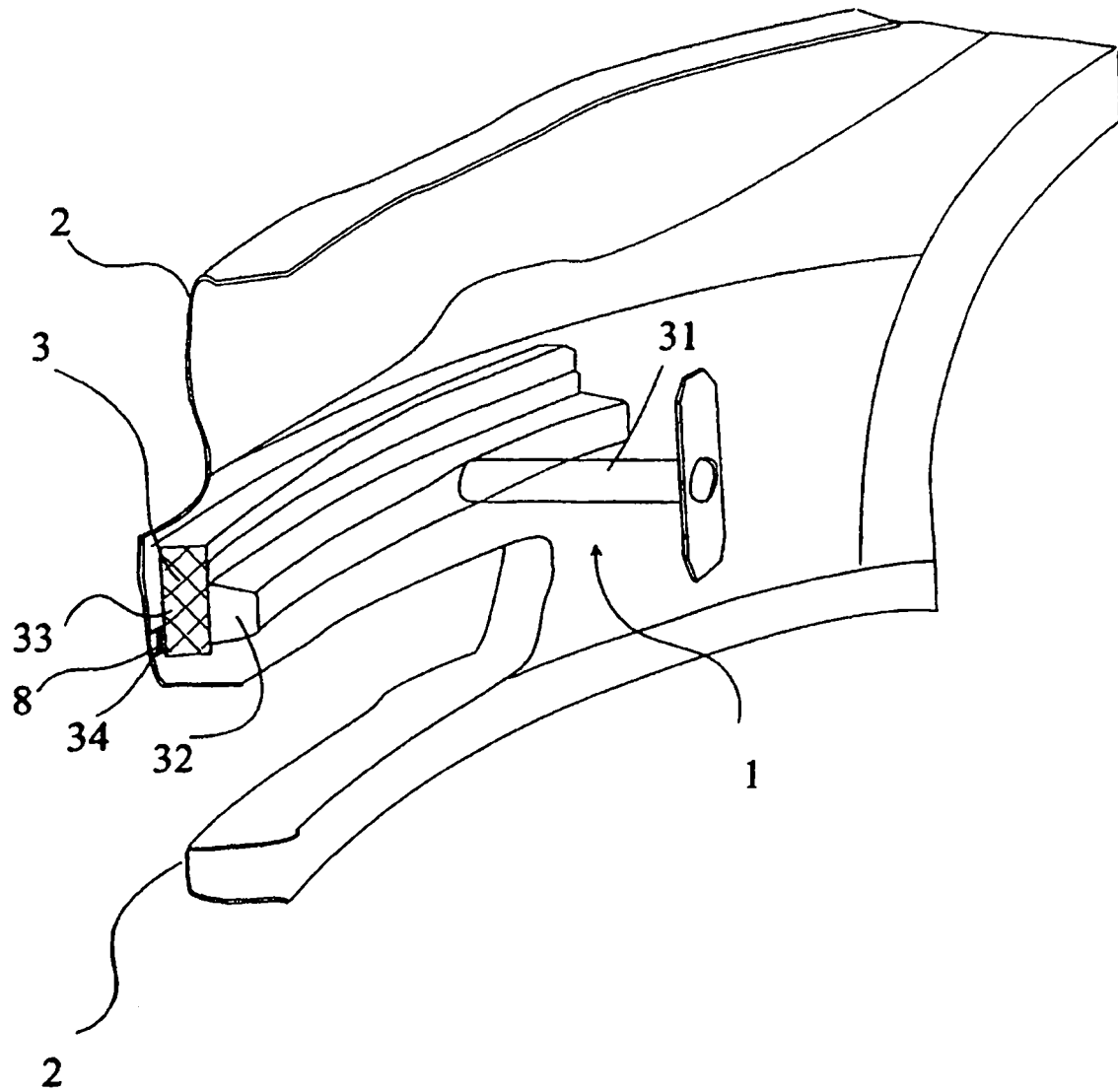


Fig. 8

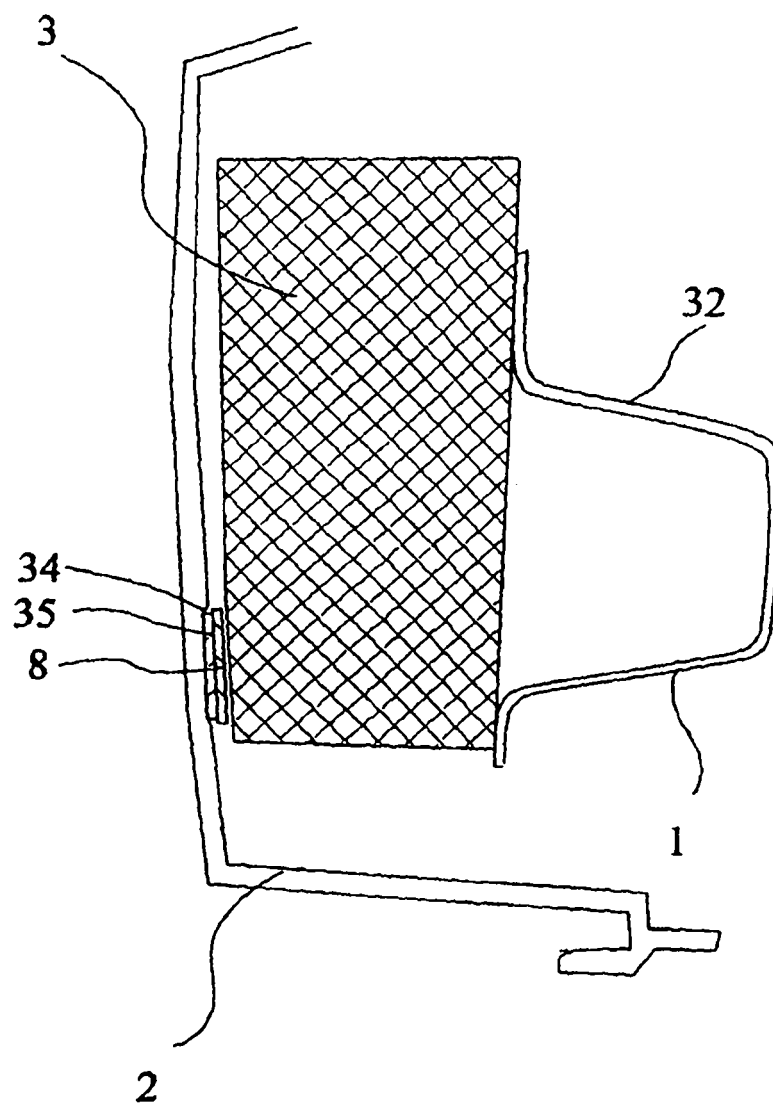


Fig. 9a

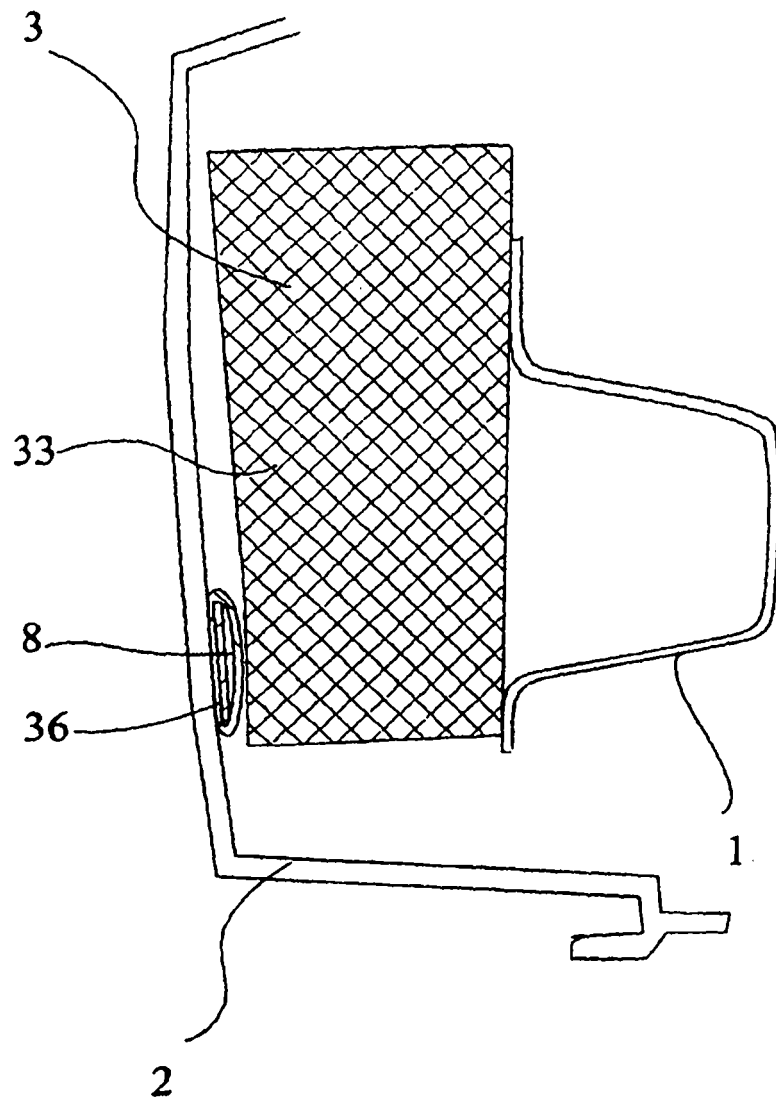


Fig. 9b

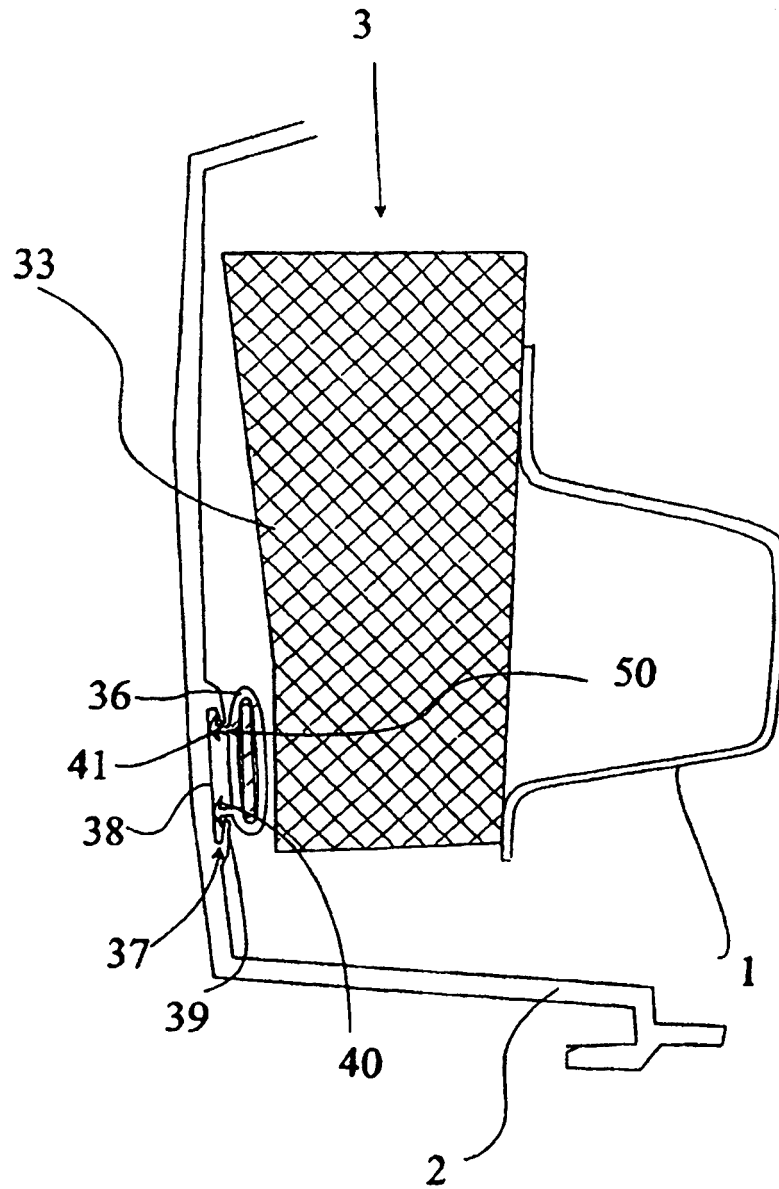


Fig. 9c

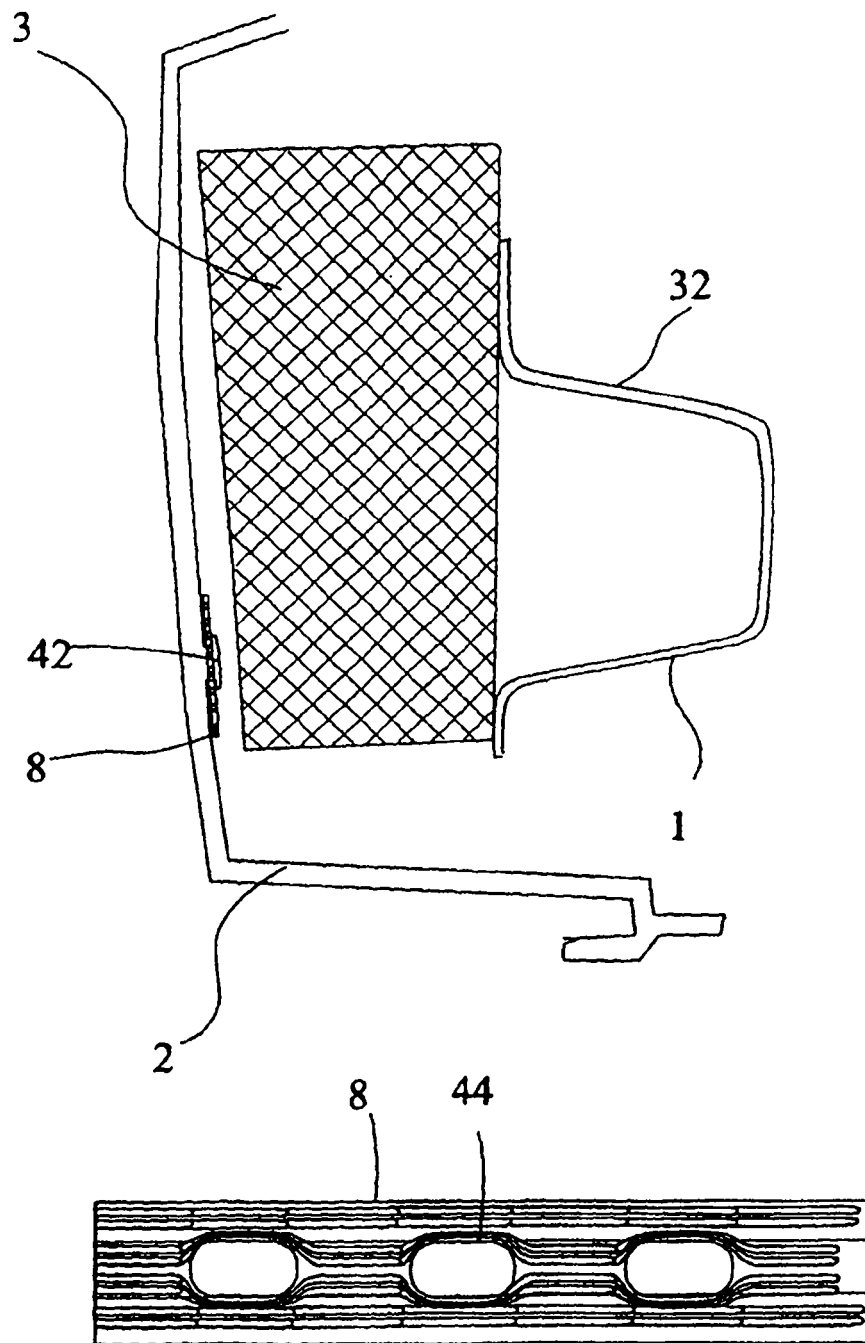


Fig. 9d

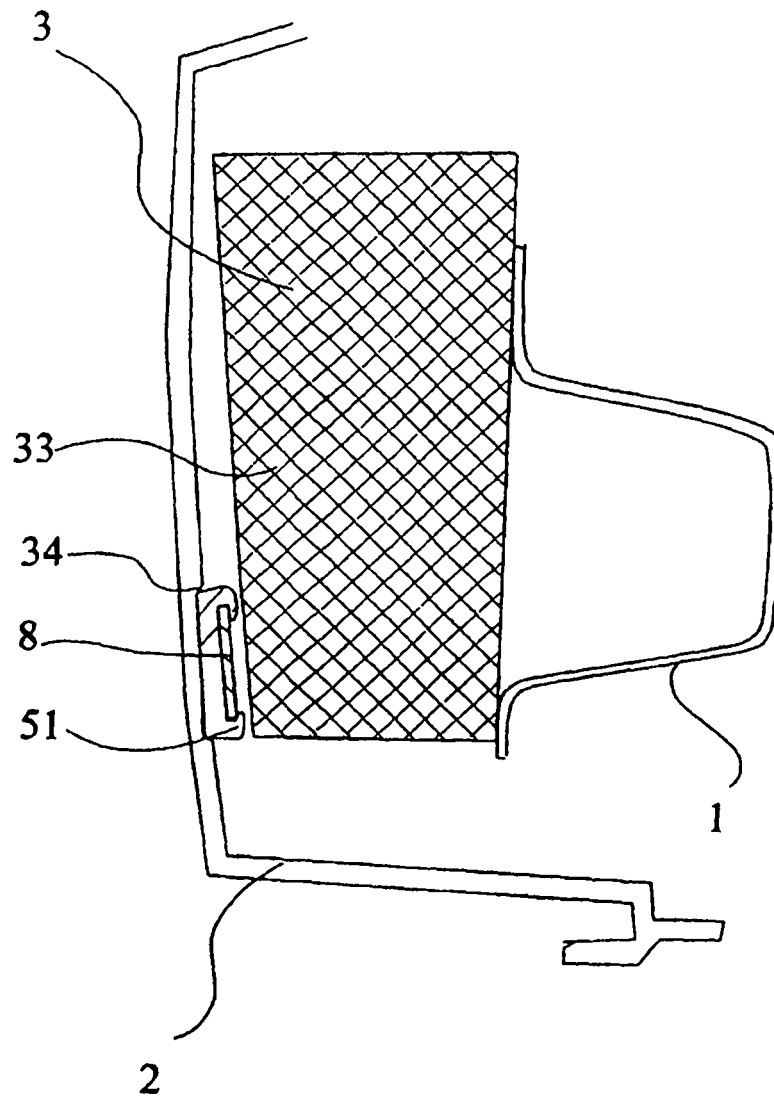


Fig. 9e

02abril-completo-24

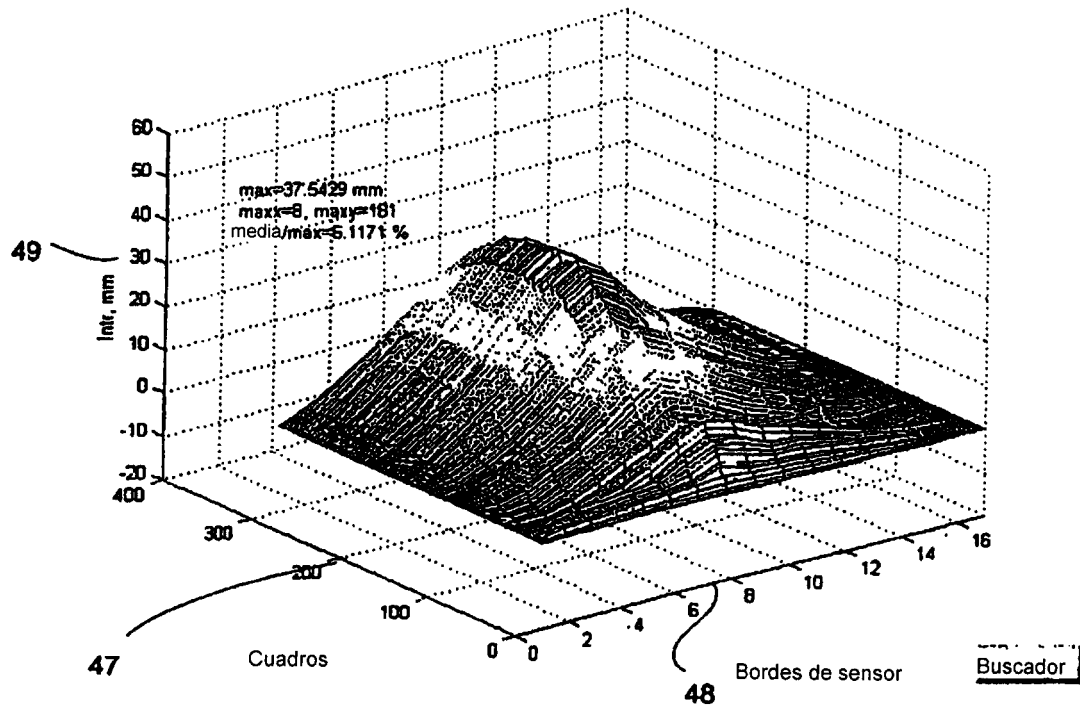


Fig. 10

02abril-completo-25

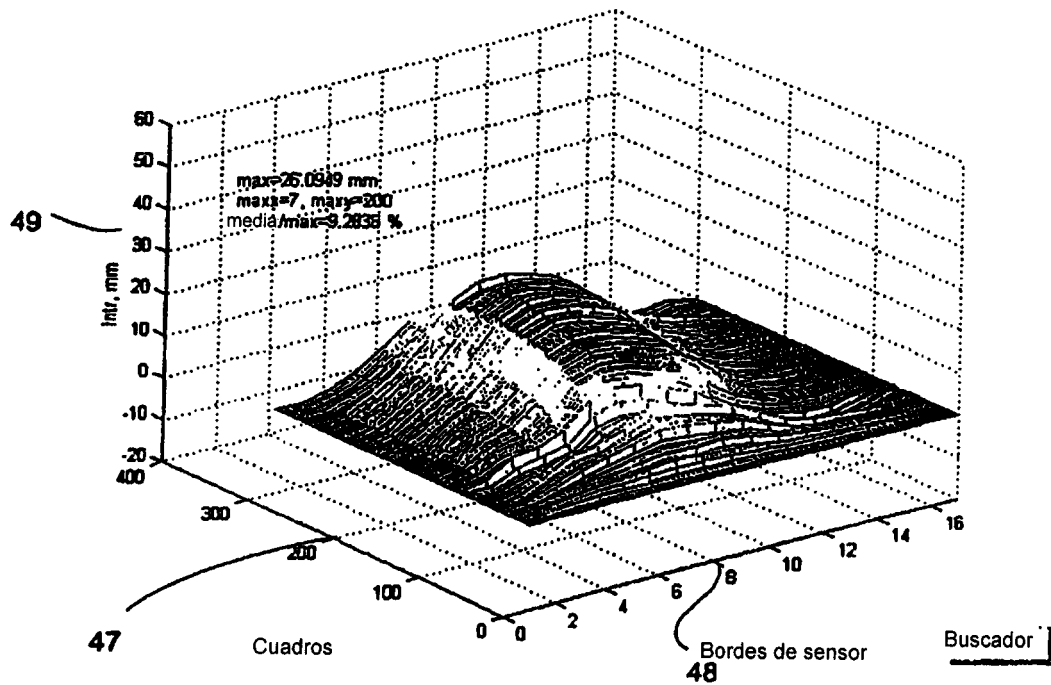


Fig. 11

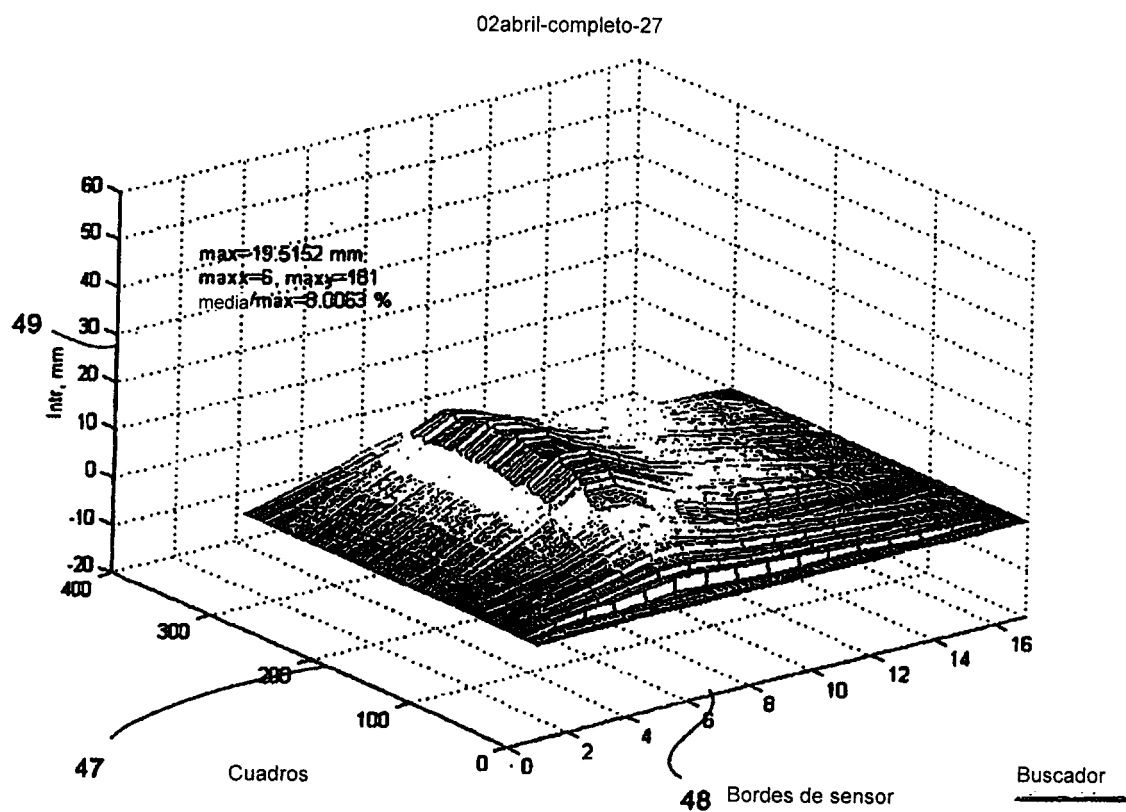


Fig. 12