



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 262**

51 Int. Cl.:  
**G01B 11/14** (2006.01)  
**G01B 11/25** (2006.01)  
**B62D 65/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09179332 .3**  
96 Fecha de presentación : **15.12.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2208963**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2010**

54 Título: **Procedimiento de medida de holguras y desniveles.**

30 Prioridad: **14.01.2009 FR 09 50165**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.06.2011**

73 Titular/es: **Peugeot Citroën Automobiles S.A.**  
**route de Gisy**  
**78140 Vélizy-Villacoublay, FR**

72 Inventor/es: **Calve, Gilbert**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 362 262 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 de medida de holguras y desniveles.

El presente invento se refiere a un procedimiento de medida destinado más particularmente a la medida de holguras y de desniveles entre las piezas de carrocería que tienen los respectivos bordes enfrentados.

El control de la conformidad de las holguras y desniveles en los vehículos automóviles es un objetivo importante para los fabricantes ya que contribuye decisivamente a la percepción por parte de los clientes de la calidad en la fabricación de los vehículos.

Actualmente, con el fin de medir las holguras y desniveles, se han aplicado tecnologías diferentes, especialmente de la visión. En los documentos FR 2.756.626 y US 5.129.010 se describen soluciones que utilizan sistemas portátiles.

La patente EP0845656 expone un sistema de medida de holguras y de desnivel por triangulación óptica que proyecta dos planos luminosos paralelos sobre las piezas que caracterizar a fin de crear dos líneas de brillo de alta intensidad. La patente US6529283 se refiere a un dispositivo pensado para medir la anchura de una separación entre dos piezas, estando esta separación delimitada por un borde de cada una de las dos piezas. El principio se basa en una irradiación luminosa de esta zona de separación, y después en la recuperación de la luz reflejada por dichos bordes, estando las fuentes luminosas y los medios de detección de la luz reflejada situados de forma optimizada. Finalmente, la publicación de Kosmopoulos y otros, intitulada "automated inspection of gaps on the automobile production line through stereo vision and specular reflection", COMPUTERS IN INDUSTRY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. AMSTERDAM, NL, vol. 46, nº 1, agosto 2001 (2001-08-01), páginas 49-63, XP0042987961SSN; 0166-3615, describe un método que permite mediante visión estereoscópica medir holguras y desniveles entre la estructura de un vehículo automóvil y diferentes elementos de la carrocería, como por ejemplo puertas y capó, aptos para ser montados en dicha carrocería.

Sin embargo, la utilización de pistolas portátiles implica la realización de medidas fuera del flujo de producción y estos sistemas resultan poco prácticos para una utilización unitaria en la cadena de producción, y su empleo está por tanto limitado a operaciones de control mediante toma de muestras en la cadena de producción.

Para la realización de medidas automáticas y unitarias en la cadena de producción conviene recurrir a estaciones de medida equipadas con captadores fijos o captadores colocados en brazos de robots, por ejemplo.

Los sistemas de medida óptica de holguras y desniveles pueden utilizar dos tipos de tecnología visual, o sea una tecnología monovisión por triangulación o una tecnología de visión estereoscópica.

La medida por visión se basan en el análisis de una o varias imágenes obtenidas con la ayuda de una o varias cámaras. Cada línea en la que se desee medir una holgura y desnivel es mostrada por un dispositivo de iluminación que emite una o varias rayas de luz láser proyectadas radialmente en el acoplamiento que hay que medir.

En el perfil luminoso obtenido en una imagen dada un conjunto de algoritmos permite determinar los

puntos característicos de los segmentos del perfil observado y una combinación de proyecciones permite cuantificar las separaciones que representan la holgura y el desnivel.

En un procedimiento monovisión por triangulación el dispositivo de emisión de luz y la cámara están integrados en una caja con objeto de formar un captador. Los ángulos entre los diferentes elementos están determinados previamente por construcción y permiten corregir los valores de holgura y de desnivel leídos en la imagen obtenida con el fin de determinar los verdaderos valores de holgura y de desnivel.

En la práctica se intenta situar dicho captador de forma que el eje óptico de la cámara sea sensiblemente perpendicular a la línea formada por la intersección de las superficies de las piezas en acoplamiento y el plano luminoso lamelar. De este modo el valor de la holgura visto por la cámara es sensiblemente igual al valor verdadero de dicha holgura.

Por el contrario, el eje óptico de la cámara está necesariamente inclinado un cierto ángulo con respecto al plano luminoso lamelar. Debido a esto el valor del desnivel visto por la cámara debe ser corregido para determinar el valor verdadero de dicho desnivel.

En un procedimiento clásico de medida por visión estereoscópica la línea que hay que medir es mostrada por un dispositivo de iluminación adicional, siendo dicha línea observada por dos cámaras con un campo visual débil, por tanto dedicadas a una línea particular.

De manera general la colocación de las cámaras se realiza de forma específica para cada una de ellas, y necesita en el lugar la ejecución de un procedimiento de calibrado de cada par de cámaras.

En su principio la visión estereoscópica permite determinar las coordenadas tridimensionales de un punto en el sistema de referencia del par estereoscópico si el punto considerado está visto perfectamente por las dos cámaras.

A partir de las coordenadas tridimensionales calculadas por los puntos importantes que definen la holgura y el desnivel se determina mediante cálculos la distancia entre estos puntos, el valor de dicha holgura y de dicho desnivel.

No obstante, el procedimiento estereoscópico clásico aumenta mucho la dispersión de las medidas. En efecto, los valores de holgura y de desnivel son distancias, por tanto son medidas relativas no determinadas por lectura directa sino obtenidas mediante cálculos a partir de las coordenadas absolutas de los puntos importantes. La medida de las coordenadas de los puntos está sometida a una incertidumbre de la misma. El cálculo de la distancia entre los puntos implica la acumulación de estas imprecisiones de medidas en las coordenadas de cada punto.

Por otra parte se observará que el sistema por visión estereoscópica requiere dos cámaras por cada línea que hay que medir así como un sistema de sincronización de obtención de imágenes.

Por tanto, existe la necesidad de un procedimiento fiable de medida de la holgura y del desnivel que dé una incertidumbre de medida baja y que pueda ser utilizado en una estación situada en la cadena de producción para realizar las medidas en vehículos en movimiento.

Para conseguir esto el presente invento se refiere a un procedimiento de medida de holguras y desniveles entre dos piezas que tienen los respectivos bordes

enfrentados, caracterizado por que comprende las siguientes etapas tendentes a:

- proyectar en las superficies de las piezas al menos una línea luminosa que corta dichos bordes de las piezas en el lugar de la línea que hay que medir;

- obtener al menos dos imágenes de dicha línea luminosa con la ayuda de al menos un par de cámaras;

- determinar directa o indirectamente en cada imagen obtenida el valor representativo de la holgura y/o del desnivel en la marca de referencia bidimensional correspondiente de la imagen, pudiendo haber sido previamente determinadas las líneas de borde de las piezas a partir de imágenes obtenidas con una iluminación difusa;

- determinar por un procedimiento estereoscópico la posición de la línea que hay que medir en el sistema de referencia de un par de cámaras, después deducir la posición y la orientación de cada una de las cámaras de este par en el sistema de referencia local de la línea que hay que medir;

- corregir el valor así obtenido de la holgura y/o del desnivel en función de la posición y de la orientación de cada cámara en el sistema de referencia local de la holgura y del desnivel que hay que medir con objeto de obtener un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel.

De este modo, procediendo a una lectura directa de la distancia representativa de la holgura y/o del desnivel considerados en cada imagen antes de corregir esta distancia para obtener el valor verdadero, se evita cualquier aumento de la dispersión en dicha medida.

En efecto, dado que el procedimiento según el invento no calcula las coordenadas tridimensionales de puntos representativos antes de calcular la distancia entre estos puntos sino que procede directamente a la lectura de la distancia bidimensional antes de corregir su valor, no existe esta acumulación de imprecisiones de medida en cada coordenada de cada punto representativo utilizado para calcular las distancias de holgura y de desnivel.

Ventajosamente se consiguen al menos dos imágenes con la ayuda de dos cámaras que tienen ángulos visuales diferentes y que cada una capta al menos una imagen, siendo la referencia óptica correspondiente de la de cada par estereoscópico formado.

Ventajosamente se obtiene un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel mediante el promediado de los dos valores procedentes de las dos imágenes obtenidas por un par de cámaras.

Preferiblemente cada una de las cámaras obtiene una pluralidad de imágenes.

De forma ventajosa un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel se obtiene promediando los valores procedentes de esta pluralidad de imágenes.

Ventajosamente el campo visual y la resolución de las cámaras se elegirán de forma que varias líneas que hay que hay que medir puedan ser visibles dentro de una misma imagen.

Según una primera variante de realización se obtienen imágenes con la ayuda de al menos tres pares estereoscópicos diferentes.

Según una segunda variante de realización se obtienen imágenes con la ayuda de al menos cuatro cámaras que forman al menos seis pares estereoscópicos diferentes.

Ventajosamente también, los valores verdaderos obtenidos se consiguen mediante el promediado de

los valores procedentes de pares estereoscópicos diferentes, que pueden obtenerse o no mediante el promediado de los valores procedentes de una pluralidad.

El invento se comprenderá mejor por la lectura de la descripción que sigue, dada a título de ejemplo y realizada con referencia al dibujo anejo, en el que:

- la figura 1 muestra ejemplos de líneas que hay que medir en una carrocería de un vehículo automóvil;

- la figura 2 es una representación esquemática de una zona que tiene una holgura y un desnivel;

- la figura 3 es una imagen captada por una cámara de una línea luminosa proyectada sobre una zona que tiene una holgura y un desnivel;

- la figura 4 es una vista de un captador de imágenes y de las zonas visibles por este último;

- la figura 5 es una representación esquemática de un par estereoscópico de cámaras;

- la figura 6 es una representación esquemática que muestra la orientación y la posición de una cámara en la marca de referencia local de la línea que hay que medir;

- la figura 7 es un diagrama que muestra el principio de funcionamiento de un sistema de medida según el invento;

- la figura 8 es una vista lateral del sistema del vehículo de la figura 1 que muestra los campos visuales de las diferentes cámaras.

Como está descrito en la solicitud FR 08/51468, un dispositivo de medidas de holguras y de desniveles por el procedimiento de visión comprende un sistema adaptado para medir holguras y desniveles en varios batientes de puertas y superficies de un vehículo automóvil 12.

En particular, el sistema está adaptado para medir holguras y desniveles en los batientes de puerta laterales del vehículo 12, sobre todo las puertas delantera 12a y trasera 12b.

Ejemplos de zonas de medida de holgura y de desniveles están representados por líneas continuas que cortan las superficies a las que se refieren.

Los términos de orientación y de posición utilizados en lo que sigue de la descripción se suponen con respecto a las orientaciones usuales de un vehículo.

El sistema es fijo y comprende medios de proyección 40 de línea luminosa 26, medios de toma de imágenes 18, medios de cálculo 16 y medios de arrastre del vehículo 12 con respecto a los medios de proyección de línea luminosa y a los medios de toma de imágenes 14.

Los medios de arrastre estarán ventajosamente constituidos por la cadena de montaje en sí, estando los elementos del sistema de medida situados alrededor de esta última en forma de pórtico.

Los medios de toma de imágenes 18 están dispuestos a lo largo de un arco bajo el que pasa el vehículo 12 y constituyen un conjunto de captadores de imágenes 18.

Los captadores de imágenes 18 son cámaras digitales con un gran campo visual. La figura 5 ilustra el campo visual de una cámara 18.

Preferiblemente la resolución de cada captador de imagen es superior a 4 Mpx y su fidelidad intrínseca es inferior a 75  $\mu\text{m}$ .

La disposición y el gran campo visual de cada cámara 18 (véase la figura 5) permiten obtener al menos una zona en la que los campos visuales de al menos dos cámaras 18 se superponen al menos parcialmente

(véase la figura 8), cubriendo de este modo una misma zona en la que al menos hay que realizar una medida de holgura y de desnivel.

Con referencia a la figura 8 el vehículo 12 está en una primera posición que permite al sistema 10 medir las holguras y los desniveles entre la parte delantera de la puerta delantera 12a y, por ejemplo, el guardabarros delantero 22 y el montante de ventana 24.

Los medios de proyección 40 de línea luminosa 26 pueden proyectar sobre las superficies consideradas al menos una línea luminosa 26 que corta sensiblemente en dirección transversal los bordes de estas superficies.

Las cámaras 18 pueden captar al menos dos imágenes de cada línea luminosa 26 con dos ángulos de visión diferentes.

Así, cada línea luminosa 26 es vista por al menos dos captadores de imágenes 18 distintos.

Los campos visuales de los cuatro captadores de imágenes 18 dispuestos en el lado izquierdo del vehículo están representados por cuadros en la figura 8.

A partir de la imagen así captada, de la que en la figura 3 se ha reproducido un ejemplo, es por tanto posible a un módulo de tratamiento 34 del computador 16 determinar un valor representativo del desnivel y un valor de la holgura que hay que medir en el sistema de referencia bidimensional de la imagen.

A partir de estas informaciones, un módulo de cálculo 36 permite calcular los valores de las holguras y los desniveles según el procedimiento objeto del presente invento.

Para una holgura y desnivel dado que hay que hay que medir se proyecta pues, como se ha explicado anteriormente, una línea luminosa 26 que corta las superficies correspondientes al nivel de su intersticio.

Esta línea luminosa 26 es por tanto interrumpida al nivel de dicho intersticio.

Cada cámara 18 capta al menos una imagen de esta línea luminosa.

La imagen captada (figura 3) de la línea luminosa 26 correspondiente tiene por tanto sensiblemente dos segmentos de recta interrumpidos y desfasados al nivel del intersticio.

La separación A' de alineamiento entre estos dos segmentos (separaciones verticales) es representativa del desnivel en tanto que la separación horizontal J' entre los segmentos es representativa de la holgura.

A partir de la imagen así captada es pues posible

al módulo de tratamiento de imagen 34 del computador 16 determinar un valor representativo del desnivel y un valor de la holgura que hay que medir en el sistema de referencia bidimensional de la imagen.

Los valores obtenidos no son sin embargo valores verdaderos y conviene corregirlos para obtener un valor verdadero.

Un módulo de cálculo 36 permite realizar estas correcciones y determinar los valores verdaderos de las holguras y los desniveles.

Para hacer esto se utilizan las coordenadas de posición y de orientación de la cámara correspondiente en el sistema de referencia local de la línea que hay que medir.

De este modo, para cada imagen captada de cada cámara 18 es posible expresar un valor verdadero de holgura y un valor verdadero de desnivel por aplicación de una función de las coordenadas esféricas de posición ( $r, \beta, \alpha$ ) y de orientación ( $\theta$ ) de dicha cámara 18 aplicada al valor de holgura y/o de desnivel medidos en la imagen captada.

Estos parámetros, coordenadas esféricas de posición y orientación de la cámara se determinan matemáticamente a partir de la posición y de la orientación de la línea que hay que medir en la marca de referencia del par estereoscópico.

Para cada imagen captada por cada cámara 18 se obtiene por tanto un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel.

La presente descripción ha sido realizada con referencia a un par estereoscópico, obteniendo cada cámara 18 una imagen.

Evidentemente, cada cámara 18 puede obtener una multitud de imágenes, pudiendo los valores de las holguras y de los desniveles obtenidos ser promediados antes o después de la corrección en la marca óptica correspondiente.

La dispersión de la medida es además reducida por promediado de los valores obtenidos en las diferentes obtenciones de imágenes procedentes de un mismo par estereoscópico.

Por otra parte, también es posible reducir además la dispersión de las medidas por promediado en los diferentes pares estereoscópicos. Por ejemplo, si la línea luminosa 26 es vista por tres cámaras 18 es posible constituir tres pares estereoscópicos diferentes. Una línea luminosa 26 vista por cuatro cámaras permitirá constituir seis pares estereoscópicos diferentes.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de medida de holguras y de desniveles entre dos piezas (20, 22, 24) que tienen los bordes respectivos enfrentados, que comprende las etapas siguientes tendientes a:

- proyectar en las superficies de las piezas al menos una línea luminosa (26) que corte dichos bordes de las piezas en el lugar de la línea que hay que medir;
- obtener con dos ángulos visuales distintos al menos dos imágenes de dicha línea luminosa con la ayuda de al menos un par de cámaras (18), captando cada cámara al menos una imagen de la línea luminosa;

**caracterizado** por que comprende las siguientes etapas:

- determinar directa o indirectamente en cada imagen obtenida el valor representativo de la holgura y/o del desnivel en la marca de referencia bidimensional correspondiente de la imagen, pudiendo las líneas de borde de las piezas haber sido previamente determinadas a partir de imágenes obtenidas con una iluminación difusa;

- determinar por un procedimiento estereoscópico la posición de la línea que hay que medir en el sistema de referencia de un par de cámaras, después deducir la posición y la orientación de cada una de las cámaras de este par en el sistema de referencia local de la línea que hay que medir;

- corregir para cada imagen el valor representativo obtenido anteriormente de la holgura y/o del desnivel en función de la posición y de la orientación de cada cámara en el sistema de referencia local de la holgura y el desnivel que hay que medir, por aplicación de una función de las coordenadas esféricas de posición y de orientación de cada una de dichas cámaras, función cuyos parámetros se determinan matemáticamente a partir de la posición y de la orientación de la línea que hay que medir en la marca de referencia del par este-

reoscópico, a fin de obtener, para cada imagen captada por cada cámara, un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que un valor verdadero de la holgura y/o del desnivel se obtiene por promediado de los dos valores verdaderos procedentes de las dos imágenes obtenidas por un par de cámaras (18).

3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado** por que cada una de las cámaras (18) obtiene una pluralidad de imágenes.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** por que los valores de las holguras y de los desniveles obtenidos pueden ser promediados antes o después de la corrección en la marca de referencia óptica correspondiente.

5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que el campo visual y la resolución de las cámaras se elegirán de forma que varias líneas que hay que medir puedan ser visibles dentro de una misma imagen.

6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por que se obtienen imágenes con la ayuda de al menos tres cámaras (18) que forman al menos tres pares estereoscópicos diferentes.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** por que se obtienen imágenes con la ayuda de al menos cuatro cámaras (18) que forman al menos seis pares estereoscópicos diferentes.

8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por que los valores verdaderos obtenidos lo son por promediado de los valores verdaderos procedentes de pares estereoscópicos diferentes, pudiendo ser obtenidos o no por promediado de los valores procedentes de una pluralidad de imágenes.

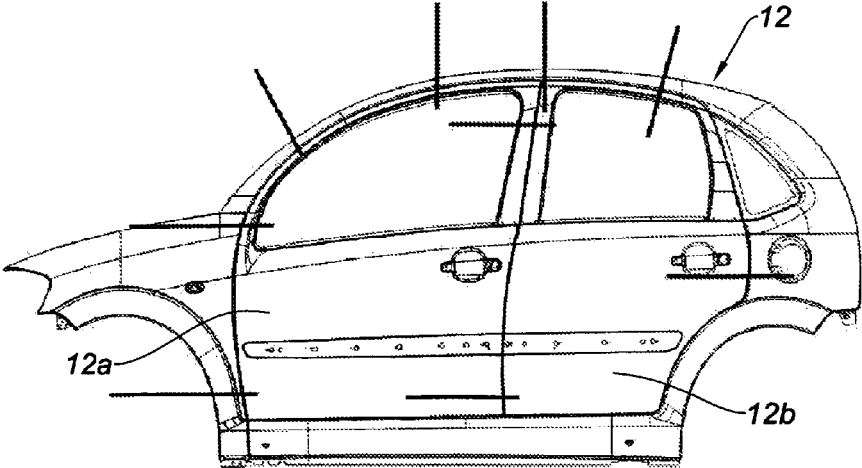


Fig. 1

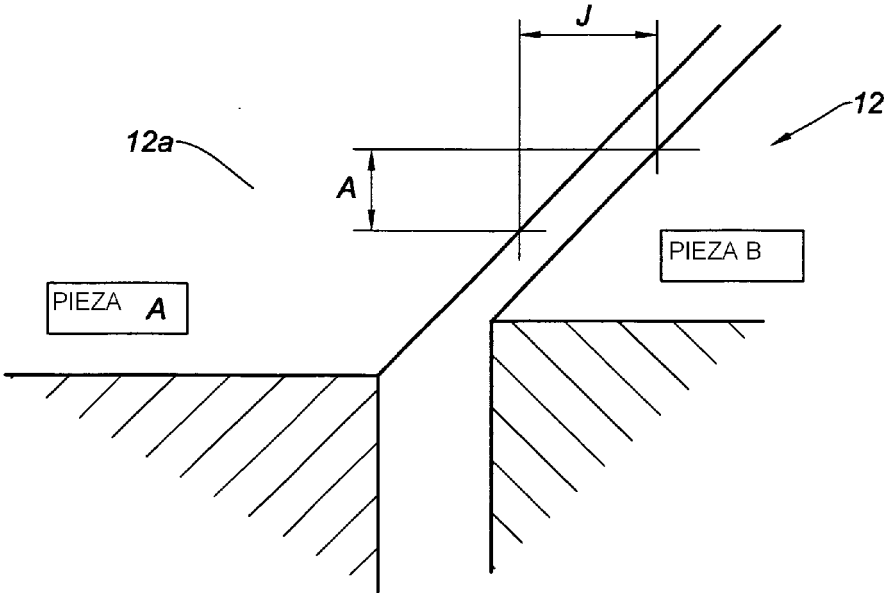


Fig. 2

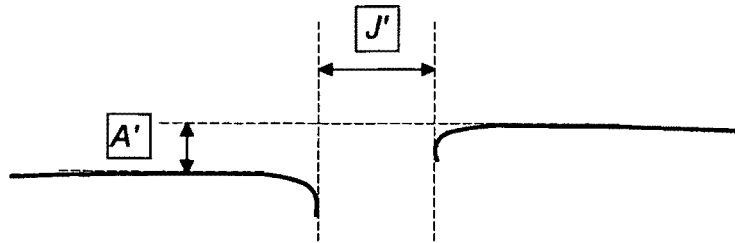


Fig. 3

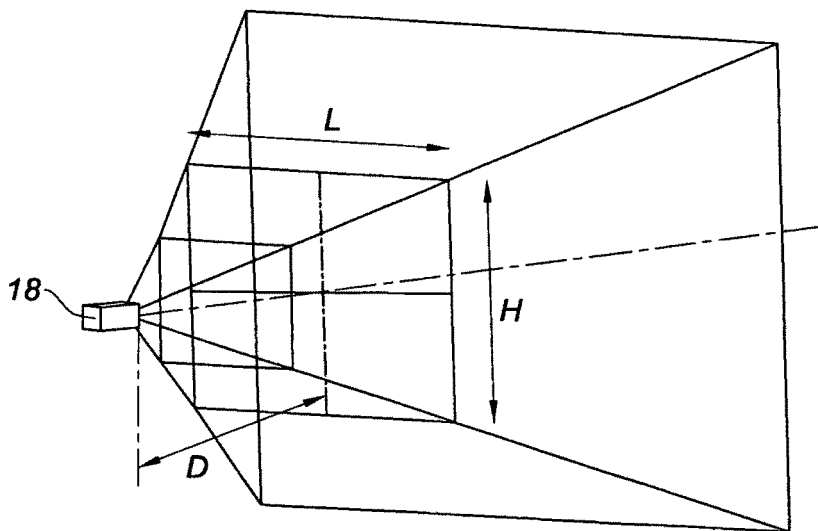


Fig. 4

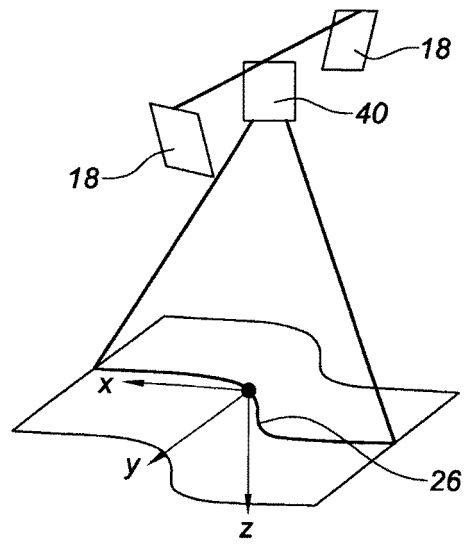


Fig. 5

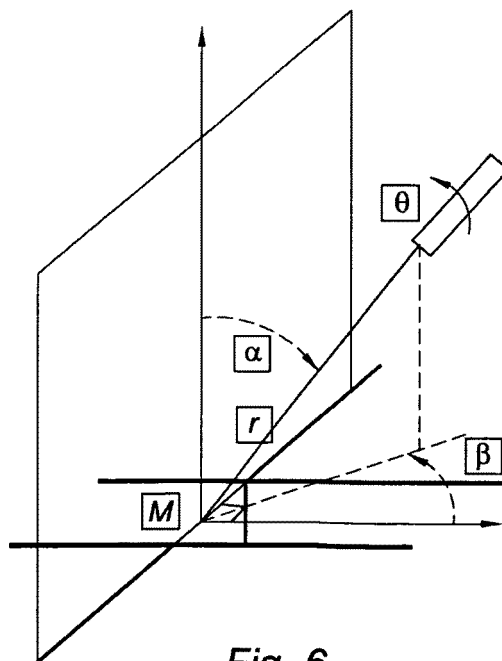


Fig. 6



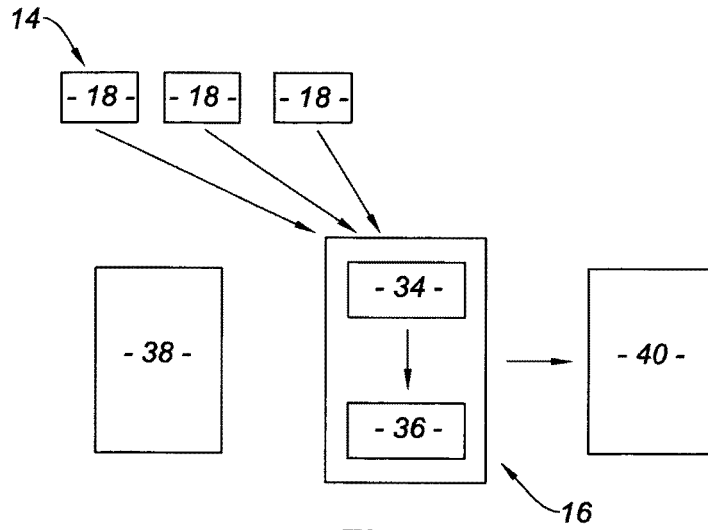


Fig. 7

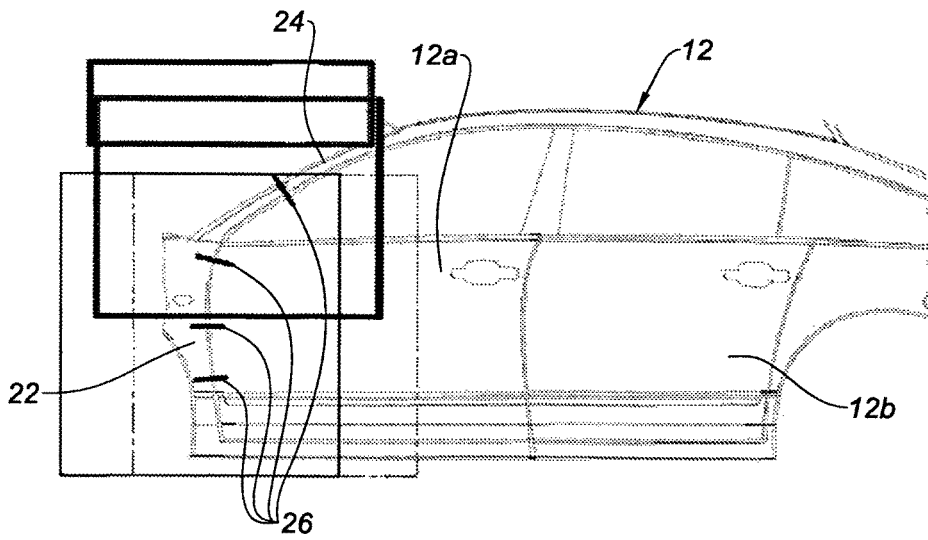


Fig. 8