



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 317 863**

51 Int. Cl.:  
**G01B 11/06** (2006.01)  
**G01B 11/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01116438 .1**  
96 Fecha de presentación : **06.07.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1176388**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.01.2002**

54 Título: **Procedimiento y sistema de control para controlar la calidad de revestimiento de piezas.**

30 Prioridad: **27.07.2000 DE 100 36 741**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.05.2009**

73 Titular/es: **Dürr Systems GmbH**  
**Otto-Dürr-Strasse 8**  
**70435 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es: **Maxharraj, Bekim;**  
**Zabel, Michael y**  
**Jost, Jürgen**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 317 863 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de control para controlar la calidad de revestimiento de piezas.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un sistema de control de la calidad de revestimiento, en particular de carrocerías de vehículos automóviles.

10 Para la comprobación de calidad de superficies revestidas se utilizan sistemas de medición "Online", los cuales deben reconocer, ya durante el proceso de producción, fallos de revestimiento y posibilitar su corrección. Fallos de pintura típicos como por ejemplo poros, burbujitas etc. o fallos superficiales como piel de naranja o formación de velados en pinturas metálicas se pueden determinar mediante medición por reflexión con cámaras dispuestas en posición fija en un portal de medición o guiadas por robots controlados mediante programa (JOT 1997/3, pp. 72-73). La medición de fallos de pintura basada en la reflexión de la luz no suministra sin embargo valores de medición cualitativamente precisos de determinados parámetros de revestimiento como por ejemplo el espesor de capa o el tono de color. Además, es difícil asignar a un punto con un fallo explorado con la cámara las coordenadas precisas en un sistema de referencia, de manera que no es sencillo corregir los fallos detectados mediante modificación del programa de revestimiento.

20 Por el documento DE 197 17 593 A1, es conocido el hecho de explorar, para el control "Online" de carrocerías de vehículos automóviles revestidas en serie, sus superficies con un cabezal de medición dispuesto en un robot, el cual contiene varios aparatos diferentes para parámetros de calidad como recorrido de ondulación, tono del color, brillo del color y espesor de la capa. El robot debe alcanzar un gran número de puntos de medición de la carrocería guardados en el programa, cuyos datos de medición correspondientes son almacenados en un ordenador y pueden ser utilizados para indicar para cada punto de medición el resultado de medición en la representación de la carrocería en una pantalla, por ejemplo mediante marcas de diferentes colores. En el procedimiento de control "Online" conocido gracias al documento DE 197 17 593 faltaba, sin embargo, una asignación unívoca entre los puntos de medición y los valores de medición. Por ello, era difícil representar y marcar los valores de medición de forma precisa en la pantalla en los puntos de medición. La corrección de fallos deseada en el circuito de regulación cerrado era también difícil.

30 El documento WO 98 14 778 A da a conocer un procedimiento para la medición de tablas de comprobación pintadas, para las cuales puede tratarse de piezas curvadas de carrocerías de vehículos automóviles, y las cuales son retiradas, por ejemplo por un robot de laboratorio, de un depósito de alimentación, son colocadas sobre una estación de medición y, finalmente, son trasladadas a una estación de depósito. En la estación de medición el robot de laboratorio lleva a cabo, con diferentes aparatos de medición, una medición de las diferentes propiedades del revestimiento, lo que debe tener lugar de manera resuelta en cuanto al lugar y registrada electrónicamente. Las tablas de comprobación contienen un código de barras adherido a partir del cual, con un lector, se determinan las posiciones de los puntos de medición.

40 El documento US-A-5.293.218 da a conocer un procedimiento para la comprobación de combustible para reactores el cual es conducido, con este propósito, a través de un tubo de metal calentado, después de lo cual se mide, en puntos de medición predeterminados, el recorrido del espesor de la precipitación que se forma con un aparato de medición que se mueve sobre la superficie. Un ordenador calcula perfiles de espesor de capa completos sobre la superficie de revestimiento cilíndrica del tubo de metal.

45 El documento US-A-4.702.931 da a conocer un procedimiento para el control de la calidad de revestimiento de placas pintadas automáticamente, en el cual el espesor de la capa de pintura, todavía húmeda, es medido con aparatos de medición movidos sin contacto por encima de la superficie de placa.

50 Al mismo tiempo se alcanzan, bajo el control de un ordenador, diferentes puntos de medición en un rastro definido.

La invención se plantea el problema de indicar un procedimiento y un sistema de control que hagan posibles mediciones cualitativamente precisas y una asignación reproducible de manera precisa de los valores de medición a los lugares de medición.

55 Este problema se resuelve mediante las características indicadas en las reivindicaciones.

60 Es ya conocido almacenar, en instalaciones de revestimiento para carrocerías de vehículos automóviles controladas mediante programa, datos que definen la posición de determinados puntos de la carrocería en un sistema de coordenadas de referencia (DE 198 04 400). Mediante la conexión de los datos de medición con las coordenadas del punto de medición en el banco de datos no solo se facilita y simplifica notablemente el marcaje de los fallos de revestimiento, por ejemplo en una pantalla, sino también la correspondiente corrección de los parámetros de revestimiento del programa de revestimiento previsto para la instalación de revestimiento responsables de los fallos. Para la corrección de fallos de revestimiento en los puntos de medición pueden variarse los parámetros de revestimiento almacenados, sobre la base de las coordenadas determinadas, con precisión de punto y de manera precisa en la medida cualitativamente necesaria. El resultado es una mejora general de la calidad de revestimiento.

65 Dado que el punto medido, en cada caso, sobre la superficie de la pieza se puede determinar de manera unívoca sobre la base de sus coordenadas, pueden asignarse los parámetros de calidad medidos asimismo unívocamente al

## ES 2 317 863 T3

programa de revestimiento. Esto es posible gracias a que en el caso de las coordenadas de los parámetros de calidad y en el de los puntos de piezas contenidos en el programa de revestimiento se trata, en cada caso, de coordenadas de objeto, las cuales tienen el mismo punto de referencia.

5 Por lo tanto, cuando se indican una divergencia de un parámetro de calidad de su valor teórico puede asignarse de forma unívoca este fallo al causante, es decir al elemento de pulverización u otro elemento de revestimiento para el punto de revestimiento en cuestión de la pieza (por ejemplo una carrocería pintada). Esta asignación es garantizada gracias a que cada pieza está identificada con un número de código propio durante el revestimiento en serie y durante la posterior medición. Para una pieza se pueden almacenar, en el instante del revestimiento, en un banco de datos, todos los eventuales fallos (elemento de pulverización averiado, no hay color, regulador de presión averiado, etc.). Además se pueden almacenar, en forma de “diario de variaciones”, todas las variaciones de procesamiento, procedimiento y técnica de aplicación llevadas a cabo en la instalación de revestimiento. Además, de los valores teóricos almacenados ya en el banco de datos de procesamiento de todos los parámetros de la técnica de procesamiento, de aplicación y de procesamiento relevantes para el revestimiento se pueden alojar y almacenar también sus correspondientes valores reales. De este modo, se puede garantizar una correlación completa entre la medición de los parámetros de calidad y los resultados en el procedimiento de revestimiento.

Además, resultan para la invención posibilidades de control adicionales como, por ejemplo comparación sencilla de datos de medición actuales con los resultados de mediciones anteriores en otras piezas, revestidas anteriormente, la determinación y representación de tendencias de desarrollo de determinados fallos, el recorrido continuo de los fallos sobre la pieza, etc., o también el examen con lupa de zonas problemáticas especiales, difíciles de revestir.

La invención se explica con mayor detalle a partir del dibujo, en el que:

25 la Fig. 1 muestra una representación esquemática de una carrocería de vehículo automóvil revestida;

la Fig. 2 muestra la representación tridimensional de la carrocería en una pantalla;

30 la Fig. 3 muestra una carrocería, correspondiente a la Fig. 1, que hay que revestir; y

la Fig. 4 muestra un circuito de regulación de procesamiento cerrado para el revestimiento de carrocerías.

Supóngase que la carrocería representada en la Fig. 1 ha sido pintada en el funcionamiento de pintado en serie normal y que debe ser comprobada en cuanto a la calidad de revestimiento. Con este propósito es movido, por un robot controlado mediante programa (u otro autómatas de movimiento de varios ejes), un aparato de medición por encima de la superficie revestida, con el cual se mide, en puntos 1, 2, 3 elegidos discrecionalmente, un parámetro relevante para la calidad de revestimiento. En el ejemplo considerado es importante, en especial, el espesor de la capa con el que están relacionadas también otras propiedades diferentes de la capa de pintura. Son conocidos aparatos adecuados para la medición, preferentemente sin contacto, del espesor de capa, por ejemplo cabezales de medición que funcionan con láser para la medición de la pintura húmeda. La medición de la calidad puede tener lugar, en general, tanto como medición en húmedo como también como medición en seco, preferentemente en funcionamiento Online, directamente en la cadena de pintado, después de las máquinas de revestimiento.

En lugar de o además del espesor de capa se pueden medir también otros parámetros relevantes para la calidad tales como el tono de color y/o el recorrido de la superficie, por ejemplo, de la manera en sí conocida gracias al documento DE 197 17 593 A1.

Durante las mediciones se pueden determinar automáticamente las coordenadas locales X, Y, Z de los puntos de medición alcanzados por el robot en un sistema de coordenadas de referencia cartesiano tridimensional sobre la base de movimientos de robot definidos con respecto a la carrocería. Al mismo tiempo, se determinan, para cada medición los ángulos de medición A, B, C como “coordenadas” del movimiento de giro o posición de giro del aparato de medición alrededor de los ejes X, Y y Z del sistema de coordenadas, con el fin de obtener también en este aspecto resultados de medición definidos. Con ello se pueden determinar y corregir, entre otras, divergencias de la medición respecto de la posición de 90°, deseada por regla general, o pueden tenerse en cuenta durante la evaluación.

55 Resulta, por lo tanto, una asignación y conexión unívoca entre los valores de medición tales como espesor de capa, tono de color o recorrido y las coordenadas X, Y, Z, A, B, C de los puntos de medición según la Figura 1 elegidos en cada caso según las necesidades o, por ejemplo, de acuerdo con un programa de control predeterminado. Los valores medidos son transmitidos al control del sistema, el cual les añade las coordenadas correspondientes y almacena estos datos conjuntamente en un banco de datos. La asignación se puede realizar, de manera adecuada, con la ayuda del programa de control del robot de medición, cuyas posiciones con respecto a la carrocería son almacenadas, de la manera usual, en forma de coordenadas. El programa de movimiento de las máquinas de revestimiento puede basarse en un sistema de coordenadas correspondiente, pudiendo tratarse en el caso de estas de máquinas laterales y máquinas de techo convencionales o también de robots.

65 Con los datos de medición y de coordenadas almacenados es posible, en primer lugar, representar también de manera visible, por ejemplo en una imagen tridimensional de la carrocería según la Fig. 2, sobre la pantalla de un ordenador, los puntos de medición deseados. Puede ser adecuado indicar en esta representación, constantemente o a

## ES 2 317 863 T3

petición, junto a puntos de medición individuales o a todos ellos, en cada caso sus coordenadas y/o los espesores de capa u otros valores de medición. Especialmente ventajoso para la evaluación de la calidad de revestimiento puede ser además interpolar en la imagen de la carrocería los valores de espesor de capa individuales medidos entre puntos de medición consecutivos para dar líneas o superficies y representarlas, dependiendo de la coincidencia o divergencia con valores teóricos, con colores diferentes, para indicar, en el caso de oscilaciones del espesor de capa o de otros parámetros medidos la correspondiente tendencia local. Dependiendo del espesor de capa medido varía por lo tanto en la pantalla el color de las líneas representadas entre los puntos de medición individuales. Por ejemplo, las líneas G continuas en la Fig. 2 pueden ser representadas en verde para “correcto”, las líneas de trazos O naranjas para “zona límite” y las líneas R de puntos rojas para “erróneo”, de manera que se pueda reconocer la tendencia desde puntos sin problemas hasta puntos con fallos.

Otra posibilidad consiste en que en la pantalla se representen, simultáneamente con los resultados de medición actuales almacenados durante la medición correspondiente, también resultados de medición anteriores, los cuales hayan sido almacenados con anterioridad, durante la medición de otra carrocería almacenada anteriormente. De este modo, se pueden reconocer también tendencias en el tiempo y variaciones de revestimiento en el funcionamiento de revestimiento en curso como pueden ser causados, por ejemplo, por fallos de máquina, variaciones de ajuste, cambio de las condiciones del entorno tales como temperatura o humedad, material de pintado nuevo, etc.

Además, puede estar previsto, para el control de zonas problemáticas difíciles de pintar de la superficie de la carroza, un programa de medición especial, según el cual se explora únicamente la zona problemática con el aparato de medición. La zona problemática, alcanzada automáticamente de forma selectiva y específica para el problema con el apoyo con el banco de datos de procesamiento, se puede rodear como con una lupa y se puede analizar, con un programa de medición especial, con las herramientas de medición y los parámetros de medición necesarios.

El verdadero objetivo del control de calidad descrito en la presente memoria, es decir la corrección de fallos de revestimiento determinados para el revestimiento de carrocerías posteriores, se puede realizar de manera sencilla también gracias a la correlación unívoca entre los valores de medición y las coordenadas de los puntos de medición correspondientes y, por consiguiente, también los parámetros de procesamiento (cantidad de color, aire de dirección alta tensión, etc.) del programa de revestimiento, los cuales son almacenados usualmente asimismo de forma puntual. Lo correspondiente es válido para la corrección de fallos en la pieza medida.

La Fig. 3 muestra un recorrido de revestimiento típico, como el que se genera durante el pintado de una carrocería, mientras que ésta se hace pasar por delante de un pulverizador que se mueve hacia arriba y hacia abajo. Dado que los parámetros de procesamiento, los cuales estaban ajustados por ejemplo durante el revestimiento en los puntos de medición 1 y 2 según la Fig. 1, se pueden encontrar unívocamente gracias a sus coordenadas almacenadas con los valores de medición, pueden ser corregidos en los lugares de los puntos P1 y P2 correspondientes del recorrido de revestimiento, durante el revestimiento de las carrocerías siguientes, en su caso sin problemas, y teniendo en cuenta los resultados de medición almacenados cualitativamente. Las magnitudes de ajuste para el procesamiento de revestimiento se pueden variar en este caso, de la manera necesaria, con la ayuda de un análisis de correlación. Según la representación de la Fig. 3 en el trayecto considerado. La corrección de parámetros tiene lugar por parte del personal de servicio de la instalación de revestimiento o también automáticamente en el circuito de regulación de procesamiento cerrado. En la corrección automática se pueden comparar los valores de medición con valores teóricos, por ejemplo el espesor de capa, almacenados para cualquier punto de medición y se pueden generar datos o señales correspondientes a eventuales divergencias para la corrección del programa de revestimiento almacenado.

En la Fig. 4 está representado un circuito de regulación de procesamiento cerrado. De acuerdo con el mismo las carrocerías K son pintadas, de la manera usual, por ejemplo por máquinas laterales SM y una máquina de techo DM (o, en lugar de esto, por robots) y son transportadas, a continuación, a una zona de inspección IN, en la que se mide, por ejemplo, el espesor de capa por parte de un robot RO con un cabezal de medición, de la forma descrita, en puntos escogidos o en puntos de medición P. Los resultados de medición son procesados y evaluados automáticamente por un ordenador de medición R1 que controla el robot RO y transmitidos, a continuación, a un ordenador de procesamiento R2. El ordenador de procesamiento R2 dispone del banco de datos para el almacenamiento de resultados de medición junto con las coordenadas de los puntos de medición. El ordenador de medición puede llevar a cabo también la interpolación mencionada e indicar los resultados, marcados con colores según la Fig. 2, en su pantalla.

Sobre la base de los fallos de calidad determinados el ordenador de procesamiento R2 hace entonces que un ordenador de control R3 revista las carrocerías K posteriores con los parámetros de procesamiento corregidos de la forma necesaria.

# ES 2 317 863 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el control de la calidad de revestimiento de piezas revestidas automáticamente con un elemento de aplicación según parámetros de procesamiento de un programa de revestimiento almacenado, en particular de carrocerías de vehículos automóviles, siendo

10 movido por lo menos un aparato de medición para la medición de por lo menos un parámetro de calidad de la capa automáticamente por un robot o autómatas de movimiento sobre la superficie revestida de la pieza revestida en el funcionamiento del revestimiento en serie y midiendo el parámetro en puntos de medición predeterminados, y siendo los valores de medición almacenados en un banco de datos;

15 estando determinadas automáticamente las coordenadas de los puntos de medición en un sistema de coordenadas que define la superficie revestida y está referido al movimiento del aparato de medición;

15 estando almacenadas las coordenadas de los puntos de medición en el banco de datos junto con los valores medidos en los puntos correspondientes y siendo asignados a los mismos, **caracterizado** porque con las coordenadas de los puntos de medición se almacena en el banco de datos la posición de giro (A, B, C) correspondiente del aparato de medición alrededor de los ejes (X, Y, Z) del sistema de coordenadas.

20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se mide el espesor de capa.

25 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los valores de medición son comparados con los valores teóricos almacenados para cada punto de medición y se generan datos o señales correspondientes a las desviaciones.

30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque por lo menos una parte de la pieza revestida es representada en una pantalla y en la imagen de la pieza se marcan unas variaciones del parámetro medido entre puntos de medición consecutivos.

30 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la pieza es representada en la pantalla a modo de gráfico tridimensional.

35 6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque las variaciones son marcadas mediante unas líneas o superficies que conectan los puntos de medición.

40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque las líneas o superficies son representadas con diferentes colores en correspondencia con las variaciones de los parámetros.

40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en una imagen de la pieza que está en una pantalla se representan las coordenadas de los puntos de medición.

45 9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque las coordenadas (X, Y, Z) del lugar de medición son representadas en un sistema de coordenadas cartesiano tridimensional y al lado los ángulos de giro (A, B, C) los cuales definen la posición de giro del aparato de medición o del elemento de aplicación alrededor de los ejes (X, Y, Z) del sistema de coordenadas en el lugar de medición.

50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se miden el espesor de capa, el tono de color y/o el recorrido de la superficie de las piezas, mientras que éstas son transportadas hacia el revestimiento en serie a través de una zona de inspección.

55 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizado** porque en la pantalla se representan simultáneamente los resultados de medición actuales almacenados durante la medición y los resultados de medición anteriores, que fueron almacenados anteriormente para otra pieza.

55 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque para el control de zonas problemáticas difíciles de revestir de la superficie de la pieza está previsto un programa de medición especial, según el cual es explorada únicamente la zona problemática con el aparato de medición.

60 13. Sistema de control para el control de la calidad de revestimiento de piezas revestidas automáticamente con un elemento de aplicación según parámetros de procesamiento de un programa de revestimiento almacenado, en particular de carrocerías de vehículos automóviles,

65 con un robot controlado mediante programa o autómatas de movimiento de varios ejes, en el cual está montado, de manera que puede desplazarse sobre la superficie de la pieza, por lo menos un aparato de medición para la medición de por lo menos un parámetro de calidad de la capa en puntos de medición predeterminados, y

## ES 2 317 863 T3

con un banco de datos para el almacenamiento de los valores de medición, estando previsto un programa que define la posición de una imagen de la pieza en un sistema de coordenadas de referencia, y

5 estando previsto un ordenador el cual relaciona los valores de medición en el banco de datos con las coordenadas de los puntos de medición en el sistema de coordenadas de referencia, y

10 estando almacenados los valores de medición de los puntos de medición individuales en el banco de datos junto con las coordenadas (X, Y, Z) de los puntos de medición en un sistema de coordenadas cartesiano y con las posiciones de giro (A, B, C) correspondientes del aparato de medición alrededor de los ejes (X, Y, Z) del sistema de coordenadas.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

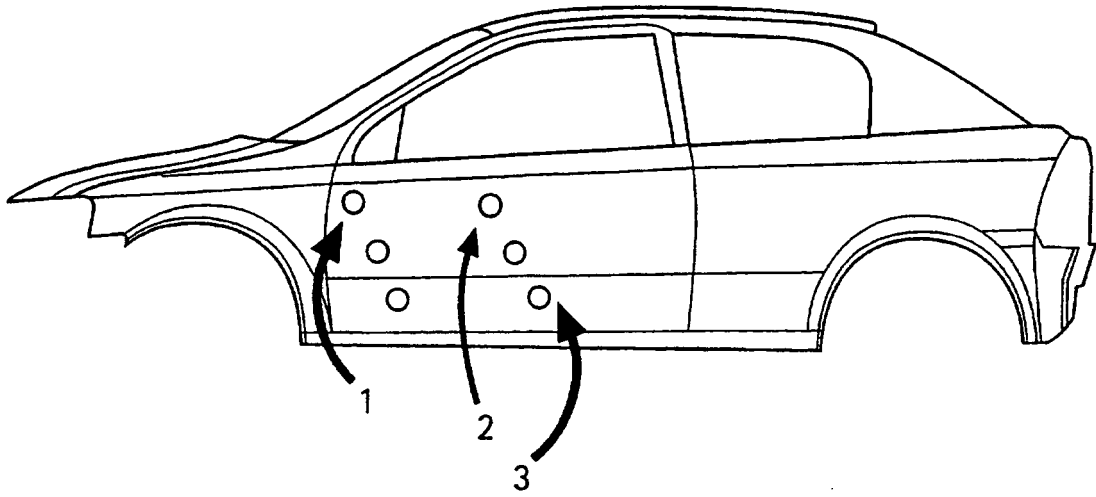


Fig. 1

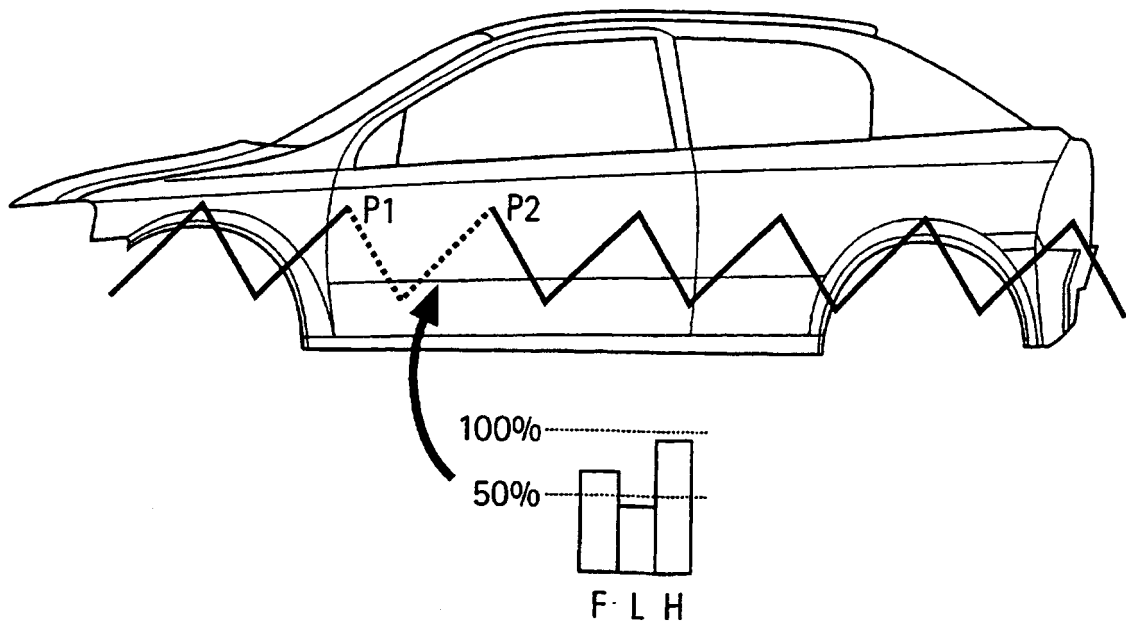


Fig. 3

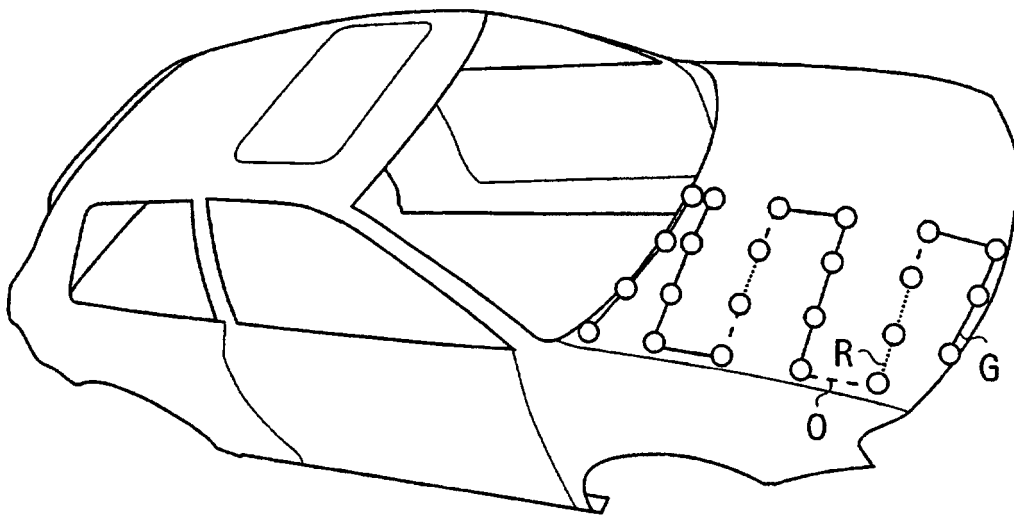


Fig. 2

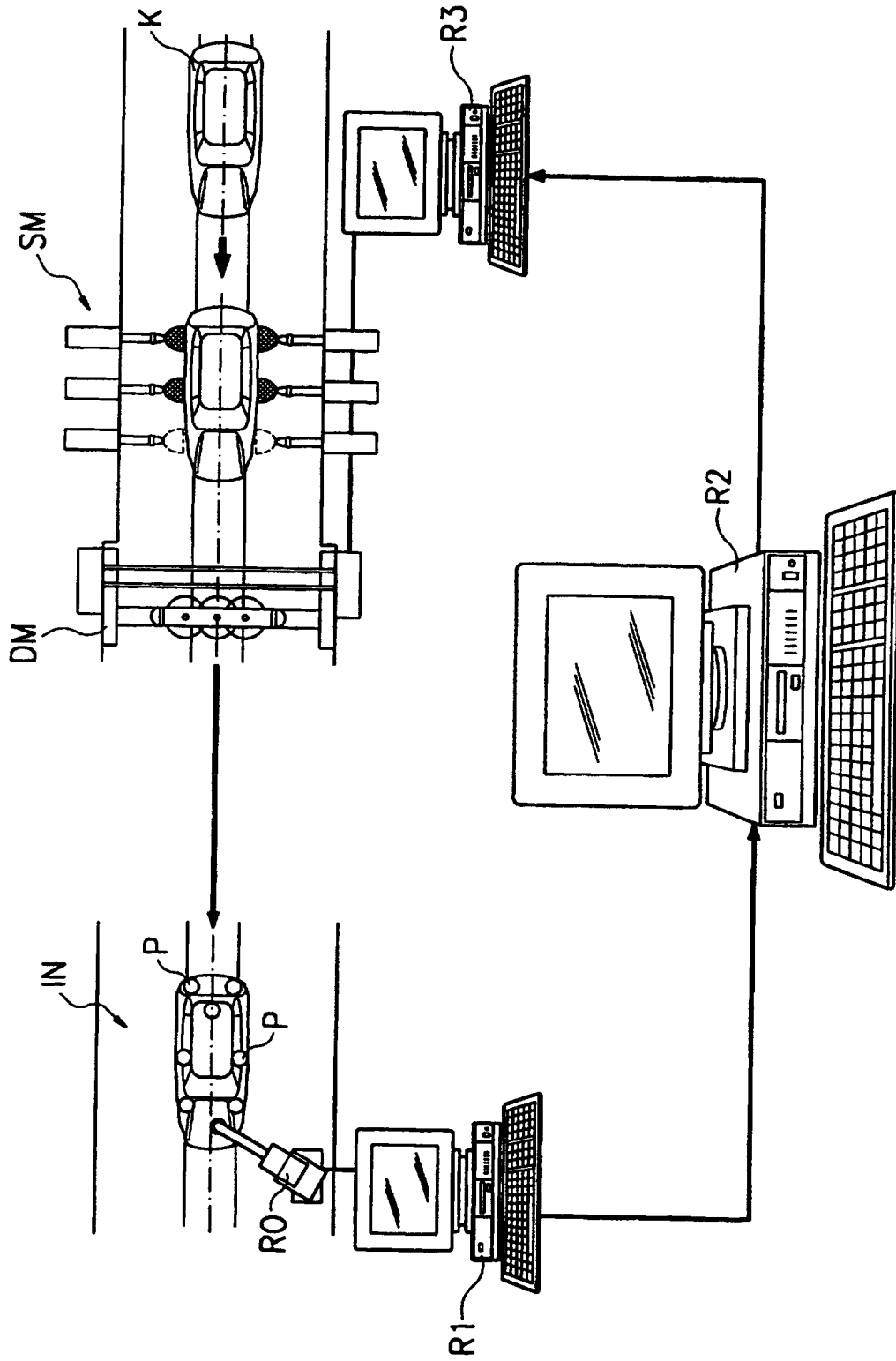


Fig. 4