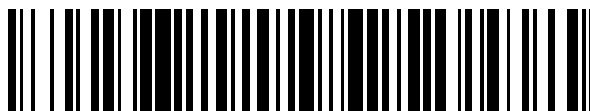


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 864**

51 Int. Cl.:

G01M 7/00 (2006.01)

G01M 17/00 (2006.01)

G01N 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2009** **E 09711658 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013** **EP 2245438**

54 Título: **Sistema para investigar colisiones entre un cuerpo de prueba y una estructura física**

30 Prioridad:

18.02.2008 EP 08002954

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2013

73 Titular/es:

MATLSCHWEIGER, KLAUS (100.0%)
8421 Wolfsberg 110, AT

72 Inventor/es:

MATLSCHWEIGER, KLAUS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 426 864 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

Sistema para investigar colisiones entre un cuerpo de prueba y una estructura física

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la fecha de presentación de la solicitud de patente europea Nº 08002954.9 presentada el 18 febrero 2008, la revelación de la cual se incorpora por este medio a este documento como referencia.

10 La invención se refiere a un dispositivo para investigar una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física.

Más allá de esto, la invención se refiere a un procedimiento de investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física.

15 Además, la invención se refiere a un elemento de programa.

Adicionalmente, la invención se refiere a un medio legible por ordenador.

20 Las pruebas físicas para simular un choque entre un vehículo y peatones o un vehículo y sus ocupantes son una herramienta potente para desarrollar mejoras de los dispositivos técnicos y puede ser útil en el desarrollo de productos y en el análisis de fallos.

25 Existen diversas disposiciones legales e industriales las cuales tienen que ser cumplidas a fin de aceptar un vehículo como suficientemente seguro. Ejemplos son los documentos 2003/102 EG, EEVC WG17, FMVSS, ACEA, JAMA, o EuroNCAP. La directiva 2003/102 EG, por ejemplo, contempla la protección de peatones y otros usuarios vulnerables de las carreteras antes y en el caso de una colisión con un vehículo a motor.

30 El documento DE 103 39 409 revela un dispositivo de lanzamiento para acelerar un cuerpo de prueba bajo unas condiciones previamente seleccionadas contra un objeto fijo, el cual es una pieza de un vehículo, en una dirección de aceleración. El cuerpo de prueba tiene un transportador que se mueve lineal en el cual está sostenido utilizando montaje. El transportador está vinculado con la leva inductora de un movimiento lineal para permitir el control de su velocidad de disparo. La leva se mueve a lo largo de una barra de reacción que es paralela a la guía del transportador.

35 El documento DE 101 04 192 revela un soporte el cual sostiene un cuerpo de prueba. El soporte está provisto de un transportador el cual puede ser acelerado. El transportador puede ser accionado selectivamente tanto en un modo de vuelo libre como en un modo guiado. Por lo menos parte del transportador acelerado que transporta el soporte es móvil en el modo guiado hasta que el cuerpo de prueba colisiona con el objeto y puede ser frenado en el modo de vuelo libre antes de la colisión.

40 Sin embargo, los sistemas de prueba de choque convencionales pueden ser imprecisos, consumen tiempo o son incómodos en su utilización.

45 Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de pruebas de choque el cual proporcione una acumulación de datos suficientemente rápida y precisa y el cual pueda ser accionado convenientemente por un usuario.

50 A fin de conseguir el objeto definido antes, se proporcionan un dispositivo para investigar una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física, un procedimiento de investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física, un elemento de programa y un medio legible por ordenador según las reivindicaciones independientes.

55 Según una forma de realización ejemplar de la invención, se proporciona un dispositivo para la investigación (o el control) de una colisión entre un cuerpo de prueba (tal como un elemento técnico que tenga propiedades similares a las de un ser humano o una parte del cuerpo de un ser humano) y una estructura física (tal como un coche o componentes del coche o cualquier otro vehículo), en el que el dispositivo comprende un conjunto de montaje (tal como un receptáculo) para montar el cuerpo de prueba (por ejemplo, se pueden realizar provisiones correspondientes en el conjunto de montaje y en el cuerpo de prueba que permitan montar el cuerpo de prueba suficientemente firme para garantizar que el cuerpo de prueba siga un movimiento del conjunto de montaje y suficientemente flojo para que el cuerpo de prueba continúe un movimiento y se separe del conjunto de montaje
60 cuando se exceda una cierta fuerza umbral o se inicie un disparo respectivo), un conjunto de accionamiento eléctrico (particularmente uno o más motores eléctricos lineales) adaptado para accionar mecánicamente el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo, y un conjunto de control (el cual puede ser accionado, por ejemplo, según un esquema de funcionamiento previamente definido o un esquema de funcionamiento definido por el usuario) adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba
65 montado en el conjunto de montaje (por ejemplo de tal manera que el cuerpo de prueba tenga una velocidad objetivo en una dirección objetivo en una posición objetivo) y para controlar la liberación del cuerpo de prueba del conjunto

de montaje (por ejemplo de una manera que el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba no continúen juntos o en un movimiento mutuo con el montaje) para dirigir el cuerpo de prueba acelerado hacia la estructura física para la colisión.

Según otra forma de realización ejemplar de la invención, se proporciona un procedimiento para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física, en el que el procedimiento comprende el accionamiento mecánicamente de un conjunto de montaje y un cuerpo de prueba montado en el mismo mediante un conjunto de accionamiento eléctrico y controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba montado en el conjunto de montaje y liberar el cuerpo de prueba del conjunto de montaje para dirigir el cuerpo de prueba acelerado hacia la estructura física para la colisión.

Según todavía otra forma de realización ejemplar de la invención, se proporciona un medio legible por ordenador (por ejemplo un CD, un DVD, una unidad de memoria USB, un disco flexible o un disco duro) en el cual está almacenado un programa de ordenador para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física, el cual cuando es ejecutado por un procesador, está adaptado para controlar o llevar a cabo un procedimiento que tiene las características mencionadas antes en este documento.

Según aún otra forma de realización ejemplar de la invención, se proporciona un elemento de programa (por ejemplo una rutina de un soporte lógico, en un código fuente o en un código ejecutable) de investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física, elemento de programa el cual, cuando es ejecutado por un procesador, está adaptado para controlar o llevar a cabo un procedimiento que tiene las características mencionadas antes en este documento.

El procesamiento de datos para los propósitos de las pruebas de choque las cuales puede ser realizado según las formas de realización de la invención puede ser realizado por un programa de ordenador, esto es un soporte lógico, o utilizando uno o más circuitos de optimización electrónica especiales, esto es en un soporte físico, o en una forma híbrida, esto es por medio de componentes de un soporte lógico y componentes de un soporte físico.

El término "estructura física" puede indicar particularmente cualquier objeto (particularmente cualquier aparato técnico, elemento, o una parte del mismo) en el mundo real el cual puede estar bajo desarrollo o análisis y por lo tanto debe ser investigado mediante una prueba de colisión. De ese modo, durante el análisis, debe ser investigada una propiedad física de la estructura física. Una estructura física de este tipo puede ser un vehículo, particularmente un coche, el cual puede requerir pasar pruebas de certificación para ser aprobado o cumplir normas industriales o legales con respecto a la calidad o la seguridad.

El término "cuerpo de prueba" puede indicar particularmente una estructura física en el mundo real la cual puede simular un posible socio o víctima de una colisión, por ejemplo un cuerpo o una parte del cuerpo de un ser humano o de un animal. Por lo tanto, se puede configurar el tamaño, el peso, la forma o una orientación con respecto a la estructura física para el propósito de una simulación de choque realista según las condiciones en el ámbito anatómico.

El término "conjunto de accionamiento eléctrico" puede indicar particularmente cualquier motor eléctrico el cual directamente genera una fuerza directamente ejercida en el conjunto de montaje y, a su vez, en un cuerpo de prueba montado en el conjunto de montaje, particularmente sin interconexión o interposición de un generador de fuerza hidráulico o neumático entre el conjunto de accionamiento y el conjunto de montaje. De ese modo, el dispositivo puede estar libre de un componente hidráulico o neumático. Por lo tanto, un conjunto de accionamiento eléctrico de este tipo puede ser un motor para realizar el trabajo que utilice electricidad, o un motor que convierta la electricidad (preferiblemente directamente) a un trabajo mecánico.

Según una forma de realización ejemplar de la invención, puede estar provisto un dispositivo de prueba de choque el cual lleve a un cuerpo de prueba a una velocidad con respecto a una estructura física (por ejemplo en un sistema de laboratorio espacialmente fijo) tal como un coche o cualquier otro vehículo, de modo que se realice una colisión o choque entre el cuerpo de prueba y la estructura física (bajo condiciones bien definidas) como podría ocurrir en un accidente en el mundo real entre un peatón o un ocupante de un coche y un vehículo. Proporcionando un conjunto de accionamiento eléctrico tal como un motor eléctrico para la realización de la aceleración, es posible un control o regulación apropiado de las características de velocidad de modo que se pueda conseguir un mejor control de las características del movimiento del cuerpo de prueba comparado con los enfoques convencionales en los cuales se implantan accionamientos neumáticos o hidráulicos.

De ese modo, puede estar provisto un banco de pruebas o una estación de pruebas accionado eléctricamente para mejorar la fiabilidad de una prueba de seguridad del vehículo. Adoptando esta medida, se puede conseguir un modelo de velocidad controlada o regulada sin la necesidad de definir una matriz de prueba o realizar pruebas de comparación. La prueba y los resultados pueden ser más precisos y pueden ser esencialmente independientes de la temperatura ambiental. Puede ser posible realizar el procedimiento de la prueba más rápido y reducir el tiempo requerido para cambiar o recalibrar el sistema. La seguridad de funcionamiento puede ser muy alta y el funcionamiento puede ser conveniente para el usuario y puede implicar únicamente un esfuerzo muy pequeño de

mantenimiento.

A continuación, se explicarán formas de realización ejemplares adicionales del dispositivo. Sin embargo, estas formas de realización también se aplican al procedimiento, al elemento de programa y al medio legible por ordenador.

El dispositivo puede estar adaptado de modo que el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo sean accionados mecánicamente exclusivamente por el conjunto de accionamiento eléctrico. En otras palabras, puede estar implantado un mecanismo de accionamiento puramente eléctrico. En una forma de realización de este tipo no está implantado un mecanismo de accionamiento que no sea eléctrico. La energía de accionamiento entera o la potencia de accionamiento para mover el conjunto de montaje puede estar provista por el mecanismo de accionamiento eléctrico en una forma de realización de este tipo. En una forma de realización de este tipo, el mecanismo de accionamiento puede estar libre de cualquier componente que no esté accionado eléctricamente, particularmente puede estar libre de cualquier componente de accionamiento neumático. El mecanismo de accionamiento mecánico para accionar mecánicamente el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo puede consistir en un conjunto de accionamiento eléctrico. Mediante una medida de este tipo, puede ser prescindible implantar sistemas complejos y caros de accionamiento neumático. En una forma de realización, toda la energía requerida para un control aproximado y fino de una secuencia de fases con diferentes características de aceleración puede estar provista por un conjunto de accionamiento eléctrico el cual puede tener uno o más motores lineales.

El conjunto de montaje puede estar adaptado para montar por lo menos un cuerpo de prueba del grupo que consiste en un cuerpo de prueba que simula una cabeza humana, un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un adulto, un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un niño, un cuerpo de prueba que simula una cadera de un humano, un cuerpo de prueba que simula una pierna de un humano, y un conjunto de cuerpos de prueba que simulan diferentes partes del cuerpo de un humano. El conjunto de montaje puede estar adaptado para montar un cuerpo de prueba el cual puede ser un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un adulto, un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un niño, un cuerpo de prueba que simula una cadera de un humano o un cuerpo de prueba que simula una pierna (por ejemplo una pierna) de un humano. Para este propósito, se debe adoptar una provisión específica en el conjunto de montaje para permitir fijar o unir el correspondiente cuerpo de prueba al mismo. Un conjunto de montaje puede estar adaptado para montar diferentes cuerpos de prueba de modo que uno y el mismo dispositivo de prueba pueda ser utilizado para realizar pruebas con diferentes cuerpos de prueba, por ejemplo cinco cuerpos de prueba los cuales pueden ser requeridos por las reglamentaciones legales para la aprobación de vehículos, esto es tres cuerpos de prueba que simulen una cabeza, un cuerpo de prueba que simule una cadera y un cuerpo de prueba que simule una pierna.

El dispositivo puede comprender por lo menos un cuerpo de prueba del grupo que consta de un cuerpo de prueba que simula una cabeza humana, un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un adulto, un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un niño, un cuerpo de prueba que simula una cadera de un humano, un cuerpo de prueba que simula una pierna de un humano y un conjunto de cuerpos de prueba que simulan diferentes partes del cuerpo de un humano. El dispositivo adicionalmente puede comprender uno o más de los cuerpos de prueba anteriormente mencionados los cuales deben estar específicamente adaptados para que correspondan con las respectivas provisiones de fijación en el conjunto de montaje para el montaje del cuerpo de prueba. El montaje de un cuerpo de prueba en el conjunto de montaje debe ser de modo que en el momento de ejercer fuerzas por debajo de un valor umbral, el cuerpo de prueba siga el movimiento del conjunto de montaje. Cuando se excede la fuerza umbral, el cuerpo de prueba sin embargo se debe liberar del conjunto de montaje de modo que el cuerpo de prueba se mueva hacia la estructura física tal como un vehículo bajo examen. Un impacto de una fuerza repentina de este tipo puede ser iniciado por una desaceleración repentina del conjunto de montaje la cual puede ser realizada mediante una operación de frenado del motor eléctrico o mediante un obstáculo o una barrera en la dirección del movimiento del conjunto de montaje el cual detiene el movimiento del conjunto de montaje en el momento de la colisión con el mismo.

Alternativamente, también es posible que el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba estén firmemente fijados uno al otro durante la fase de aceleración. La liberación del cuerpo de prueba del conjunto de montaje puede ser disparada entonces por una señal específica mecánica o eléctrica. Por ejemplo, una señal de este tipo puede generar una fuerza eléctrica o magnética la cual tiene el impacto de que la conexión previamente fija entre el conjunto de montaje y el conjunto de prueba se libera. Alternativamente, una señal de este tipo puede generar o quitar una fuerza mecánica la cual tiene el impacto de que la conexión previamente fija entre el conjunto de montaje y el conjunto de prueba se libera. Una fuerza mecánica de este tipo puede ser una fuerza la cual quita un bloqueo o acoplamiento previo entre el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba.

El conjunto de prueba puede estar adaptado para montar de forma sustituible diferentes cuerpos de prueba. El conjunto de montaje puede estar adaptado para montar de forma sustituible/de forma desmontable diferentes cuerpos de prueba. Por lo tanto, puede estar provisto un juego o conjunto de construcción que comprenda diferentes cuerpos de prueba y un conjunto de montaje el cual esté configurado para montar cada elemento individual de los cuerpos de prueba, uno cada vez. Por lo tanto, diferentes pruebas pueden ser llevadas a cabo una después de la otra

con los diferentes cuerpos de prueba utilizando el mismo conjunto de montaje. También es posible proveer una pluralidad de conjuntos de montaje ajustados a los diferentes cuerpos de prueba.

El conjunto de accionamiento eléctrico puede comprender un motor lineal eléctrico. Un motor lineal puede ser un motor eléctrico de corriente alterna (CA) de múltiples fases que tenga su estator "desenrollado" de modo que en lugar de producir un momento de torsión (giro) produzca una fuerza lineal a lo largo de su longitud. Un modo de funcionamiento es un accionamiento del tipo Lorenz en el cual la fuerza aplicada es linealmente proporcional a la corriente y al campo magnético. Un motor lineal de este tipo, por ejemplo un motor lineal de alta aceleración, puede ser relativamente corto y puede estar diseñado para acelerar un objeto hasta una alta velocidad y entonces liberar el objeto. Cuando se implanta un motor lineal eléctrico en el dispositivo de simulación de la colisión, se puede conseguir una alta precisión.

El conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba según un perfil de la velocidad o un perfil de la aceleración previamente definidos. El conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba según un perfil de la velocidad previamente definido (o según un perfil de la aceleración previamente definido). Una gran variedad de diferentes perfiles de velocidad pueden ser definidos por un usuario de modo que permita accionar el dispositivo según las preferencias del usuario.

Particularmente, el conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba según un perfil trapezoidal de la velocidad previamente definido (el cual puede tener un borde que se eleve lentamente seguido por una meseta seguida por un borde de caída rápida). Un perfil de este tipo se representa, por ejemplo, en la figura 2. Un perfil trapezoidal de la velocidad puede empezar con una velocidad que aumenta linealmente, seguido por una meseta en la cual la velocidad es constante a lo largo del tiempo, seguido entonces por una reducción lineal de la velocidad la cual puede tener una pendiente que sea más elevada que la pendiente en la parte de elevación del perfil trapezoidal de la velocidad. Un perfil de este tipo puede permitir un esquema de aceleración apropiado para definir condiciones precisas cuando el cuerpo de prueba deje el conjunto de montaje.

El conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para lanzar el cuerpo de prueba acelerado hacia la estructura física para la colisión. De ese modo, cuando cuerpo de prueba es liberado del conjunto de montaje, el cuerpo de prueba se puede mover libremente en el espacio únicamente bajo la influencia de las fuerzas de gravitación empezando con la velocidad previamente definida, para volar de ese modo hacia el socio de la colisión, esto es la estructura física, según un ángulo específico (el cual puede ser un ángulo entre un vector de la fuerza del cuerpo de prueba en el momento de la colisión y una parte superficial de la estructura física en la posición de la colisión).

El conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para dirigir el cuerpo de prueba acelerado hacia la estructura física bajo un ángulo ajustable. Por lo tanto, no es necesariamente el caso que el conjunto de control libere el cuerpo de prueba en una dirección horizontal, sino que puede ser ajustado en el dispositivo cualquier ángulo inclinado con respecto a una dirección horizontal para aumentar el grado de libertad con respecto a las pruebas llevadas a cabo.

El dispositivo puede comprender un estator o soporte en el cual el conjunto de montaje es móvil a lo largo de una trayectoria previamente definida. Un soporte de este tipo puede ser una mesa o cualquier otro sustrato el cual pueda estar montado estáticamente de una manera esencialmente libre de vibraciones y la cual define una trayectoria (por ejemplo lineal) a lo largo de la cual se mueve el conjunto de montaje acelerado.

Particularmente, el soporte puede comprender un carril de guía a lo largo del cual el conjunto de montaje puede ser móvil para seguir la trayectoria previamente definida. De ese modo, el conjunto de montaje puede ser guiado de una manera deslizando a lo largo del carril de guía el cual define de ese modo la dirección del movimiento con mucha precisión.

El dispositivo puede comprender un conjunto de medición adaptado para medir datos indicativos de un movimiento del cuerpo de prueba montado en el conjunto de montaje y para suministrar los datos medidos al conjunto de control como una base para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico. Particularmente, el conjunto de medición puede realizar una medición longimétrica del cuerpo de prueba montado en el conjunto de montaje. Cuando los correspondientes conjuntos de datos (pares de parámetros del tiempo y la posición) se informan al conjunto de control, el conjunto de control puede verificar o supervisar si la característica del movimiento actual es apropiada o si es necesaria una modificación de la regulación.

El dispositivo puede comprender un conjunto de análisis adaptado para detectar y evaluar los datos de la colisión indicativos de una colisión entre el cuerpo de prueba y la estructura física. Un conjunto de análisis de este tipo puede comprender una cámara para capturar imágenes o un video de la colisión para una evaluación subsiguiente. Adicionalmente es posible que un conjunto de análisis de este tipo comprenda uno o más sensores colocados en el cuerpo de prueba o en la estructura física lo cual permita medir parámetros que caractericen la colisión. Un conjunto

de evaluación o análisis de este tipo puede estar incorporado en el dispositivo de modo que proporcione una solución integrada para un sistema de simulación de choques.

El conjunto de accionamiento eléctrico puede comprender una pluralidad de motores lineales eléctricos para ser accionados en paralelo (temporalmente o espacialmente) uno con respecto a otro y de una manera sincronizada. Sorprendentemente se ha reconocido que, para experimentos específicos de lanzamiento de alta potencia, podría ser insuficiente utilizar únicamente un motor lineal eléctrico individual para obtener los valores de la alta potencia requeridos. Por lo tanto, es posible proporcionar una multitud de motores lineales eléctricos, por ejemplo tres, cuatro o más, el funcionamiento de los cuales estará sincronizado de modo que se obtenga una aceleración suficientemente potente del cuerpo de prueba. Particularmente, la fuerza de aceleración proporcionada por un conjunto de accionamiento eléctrico de este tipo puede ser por lo menos de 1000 N, particularmente puede ser por lo menos de 1500 N, más particularmente puede ser por lo menos de 2000 N. Una fuerza de una magnitud de este tipo puede estar provista por una pluralidad de motores lineales juntos. Particularmente, una rutina de soporte lógico para controlar los motores lineales eléctricos puede estar particularmente especificada de modo que sincronice apropiadamente las contribuciones a la aceleración de los motores lineales individuales. Una rutina de soporte lógico de este tipo puede estar configurada para permitir una conmutación de los motores lineales individuales paralelos en el momento. Los motores lineales pueden estar conectados en serie. Al contrario que en los enfoques convencionales, la potencia o energía de aceleración entera puede estar provista por el conjunto de accionamiento eléctrico según una forma de realización ejemplar de la invención.

En una forma de realización, el conjunto de control puede estar adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico para acelerar el cuerpo de prueba durante un primer intervalo de tiempo, para regular una velocidad constante del cuerpo de prueba durante un segundo intervalo de tiempo que sucede al primer intervalo de tiempo y para desacelerar el cuerpo de prueba durante un tercer intervalo de tiempo que sucede al segundo intervalo de tiempo. Durante el primer intervalo de tiempo, la velocidad del cuerpo de prueba se puede aumentar, durante el segundo intervalo de tiempo la velocidad del cuerpo de prueba se puede mantener a un valor objetivo deseado y durante el tercer intervalo de tiempo, una aceleración negativa puede impactar en el cuerpo de prueba para frenar de ese modo el conjunto de montaje de modo que el cuerpo de prueba puede ser liberado del conjunto de montaje.

En una forma de realización, el dispositivo puede estar adaptado de modo que, exclusivamente mediante el conjunto de accionamiento eléctrico, el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo sean acelerados durante el primer intervalo de tiempo, movidos con la velocidad constante durante el segundo intervalo de tiempo y desacelerados durante el tercer intervalo de tiempo. Por lo tanto todos los tres ciclos de la secuencia aceleración - funcionamiento sin fuerza - desaceleración pueden ser impulsados únicamente por el conjunto de accionamiento eléctrico sólo el cual por lo tanto actúa como el único suministro de potencia para ajustar la velocidad del conjunto de montaje/cuerpo de prueba. En una forma de realización, se emplean exclusivamente motores lineales para acelerar ($a > 0$), regular la velocidad y desacelerar ($a < 0$). En tales formas de realización no son necesarios componentes neumáticos ni hidráulicos.

El conjunto de montaje puede comprender un primer elemento de fijación (tal como una ranura o una protrusión) adaptado para ser acoplado con un segundo elemento de fijación que coopera (tal como una protrusión o una ranura) del cuerpo de prueba para el montaje del cuerpo de prueba en el conjunto de montaje.

Más específicamente, el conjunto de montaje puede comprender una ranura para recibir una protrusión (tal como un pasador) del cuerpo de prueba para el montaje del cuerpo de prueba en el conjunto de montaje. Por lo tanto, un espacio de acomodación puede estar formado en el conjunto de montaje el cual esté configurado para recibir una protrusión del cuerpo de prueba la cual puede estar conformada y dimensionada de acuerdo con la ranura. Para el montaje, el cuerpo de prueba puede ser simplemente introducido en el conjunto de montaje utilizando elementos de fijación que cooperan provistos en el conjunto de montaje y en el cuerpo de prueba.

En una forma de realización, el cuerpo de prueba puede formar parte del dispositivo.

El conjunto de montaje puede comprender un conjunto de generación de un campo magnético para la generación de un campo magnético en la ranura para la recepción, por medio de una fuerza magnética de atracción, de la protrusión que está fabricada de un material magnético. En una forma de realización en la cual el conjunto de montaje tiene una ranura y el cuerpo de prueba tiene un pasador, el conjunto de montaje puede comprender un conjunto de generación de un campo magnético (el cual puede estar colocado alrededor de la ranura) para la generación de un campo magnético en y opcionalmente alrededor de la ranura. La protrusión del cuerpo de prueba puede comprender un material magnético (por ejemplo un imán permanente) el cual puede ser atraído por medio de una fuerza magnética de atracción provista por el conjunto de generación de un campo magnético. Se puede preferir que el conjunto de generación de un campo magnético sea un electroimán el cual puede generar de forma controlable y selectivamente un campo magnético únicamente en el momento de la activación del electroimán. Por lo tanto, para mantener el cuerpo de prueba unido al conjunto de montaje, la fuerza magnética de atracción debe estar conectada.

Todavía con referencia a la forma de realización anterior, el conjunto de control puede estar adaptado para la activación del conjunto de generación de un campo magnético para la generación del campo magnético que resulta en la fuerza magnética de atracción en la ranura antes (o durante) la aceleración del cuerpo de prueba montado en el conjunto de montaje. El conjunto de generación de un campo magnético puede ser desactivado por la desconexión del campo magnético de atracción cuando se acelera o se libera el cuerpo de prueba del conjunto de montaje. Por ejemplo, el campo magnético puede estar conectado cuando el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba descansan en el dispositivo, mientras el campo magnético puede estar desconectado cuando el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba se muevan con relación a un estator del dispositivo. Por lo tanto, el conjunto de control por ejemplo puede enviar una corriente de activación eléctrica al electroimán de modo que genere un campo magnético que atraiga al pasador (el cual puede estar fabricado de un material ferromagnético tal como hierro, níquel o cobalto o similar). Por lo tanto, antes de llevar a cabo el experimento o durante la fase de aceleración en la cual el cuerpo de prueba se va a montar de forma fija en el conjunto de montaje, el campo magnético sostiene la configuración estable. Por lo menos en el momento en el que el cuerpo de prueba es liberado del conjunto de montaje, un campo magnético de este tipo se puede desconectar puesto que el mantenimiento de un campo magnético de este tipo reduciría la velocidad del cuerpo de prueba cuando deje el conjunto de montaje. A fin de promover adicionalmente la liberación del cuerpo de prueba del conjunto de montaje, es incluso posible que el campo magnético generado por el conjunto de generación de un campo magnético cambie de signo en el momento de la liberación del cuerpo de prueba, de modo que se genere una fuerza magnética de repulsión para promover la liberación del cuerpo de prueba del conjunto de montaje.

El montaje el cuerpo de prueba en el conjunto de montaje se puede conseguir exclusivamente mediante una fuerza que resulte a partir de un cierre de forma de la ranura con la protrusión en combinación con el campo magnético que atrae la protrusión magnética del cuerpo de prueba. La fuerza de montaje que sostiene el cuerpo de prueba en el conjunto de montaje (antes de la liberación) se puede conseguir exclusivamente mediante un cierre de forma de la ranura con el pasador en combinación con el campo magnético que atrae el pasador magnético del cuerpo de prueba. Por lo tanto, sin componentes de fuerzas adicionales además del bloqueo positivo entre el pasador y la ranura (o bien cualesquiera otros dos elementos de fijación que cooperen) en combinación con la fuerza magnética de atracción serán suficientes para una configuración mecánicamente estable.

En una forma de realización, puede estar provisto un contrapeso en el dispositivo el cual puede estar configurado para ser accionado mecánicamente (por ejemplo únicamente) en el momento de accionar mecánicamente el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo a lo largo de una dirección de movimiento que está orientada opuestamente con respecto a la dirección del movimiento del conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo. En otras palabras, el contrapeso puede compensar las fuerzas mecánicas que actúan sobre el dispositivo en el momento de la aceleración del conjunto de montaje y el cuerpo de prueba a lo largo de una dirección. Cuando el contrapeso se mueve en una dirección opuesta, se puede conseguir un equilibrio de las fuerzas de este tipo en el dispositivo, de modo que el dispositivo puede ser accionado suavemente. Un contrapeso de este tipo es particularmente ventajoso cuando el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba están instalados en una superficie lateral del dispositivo. En un escenario de este tipo, puede ser ventajoso instalar el contrapeso en una superficie lateral opuesta del dispositivo. Cuando el conjunto de montaje se mueve en una dirección de avance, el peso de equilibrio se moverá en una dirección hacia atrás y viceversa. En otras palabras, un movimiento de ambos, el conjunto de montaje y el contrapeso, será ejecutado a lo largo de una extensión longitudinal del dispositivo (por ejemplo oblonga). Proyectado en este eje longitudinal, el conjunto de montaje se puede mover desde una primera posición (posición de arranque del conjunto de montaje) hasta una segunda posición (posición de destino del conjunto de montaje), mientras el contrapeso se puede mover simultáneamente desde la segunda posición (posición de arranque del contrapeso) hasta la primera posición (posición de destino del contrapeso). Con una configuración de este tipo, se puede obtener un dispositivo espacialmente compacto el cual puede ser accionado sin sacudidas ni oscilaciones molestas debidas a fuerzas descompensadas.

La masa del contrapeso puede ser igual o puede ser idéntica a la masa del cuerpo de prueba (considerando la masa del conjunto de montaje). En otras palabras, el contrapeso puede estar configurado para que tenga una masa la cual equilibre las cargas mecánicas que actúan sobre el dispositivo como consecuencia del conjunto de prueba/conjunto de montaje que se mueve.

El dispositivo puede comprender un convertidor de fuerzas que acople mecánicamente el contrapeso con el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo de modo que el convertidor de fuerzas convierta una fuerza que actúa en el conjunto de montaje y en el cuerpo de prueba montado en el mismo a una fuerza convertida que actúa sobre contrapeso. Debido a un acoplamiento del movimiento correspondiente del conjunto de montaje y el contrapeso, es posible mover ambos, el conjunto de montaje y el contrapeso mediante uno y el mismo accionamiento, esto es mediante el conjunto de accionamiento eléctrico. Por lo tanto, puede ser prescindible utilizar cualquier dispositivo adicional para el accionamiento del contrapeso. Esto permite un dispositivo compacto y también elimina cualquier esfuerzo de sincronización para la sincronización del movimiento del contrapeso y el conjunto de montaje, porque esto se consigue automáticamente.

Particularmente, el convertidor de fuerzas puede comprender un mecanismo de tracción de cable provisto de un cable que conecta el contrapeso con un conjunto de montaje para invertir un vector de fuerza que actúa en el

conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo en un vector fuerza inverso que actúa en el contrapeso. Un mecanismo de tracción de cable de este tipo es un mecanismo muy simple para la inversión de la dirección de una fuerza y permite una construcción compacta del dispositivo junto con una transformación de la fuerza muy fiable.

El estator del dispositivo que transporta el carril de guía sobre el cual se puede mover el conjunto de montaje adicionalmente puede comprender un carril de guía adicional en el cual el contrapeso es móvil a lo largo de una trayectoria adicional previamente definida. Los dos carriles de guía pueden ser paralelos uno al otro y las dos trayectorias pueden ser anti paralelas una a la otra y desplazadas espacialmente por una distancia que sea igual a la dimensión transversal del estator. Una configuración de este tipo permite un mecanismo de guía seguro para el guiado tanto del contrapeso como del conjunto de montaje de modo que compense apropiadamente cualquier fuerza.

Además, el dispositivo puede comprender una base de montaje de un robot adaptada para el montaje de un robot para mover espacialmente el dispositivo. En otras palabras, puede estar provisto un adaptador tal como un saliente en el cual puede ser montado un robot con el dispositivo. El montaje del dispositivo en el robot puede ser ventajoso puesto que el robot puede mover el dispositivo libremente en el espacio hasta una posición de destino en la cual se vaya a llevar a cabo un experimento de lanzamiento. Sin embargo, los robots de este tipo son muy propensos al fallo cuando un componente montado en los mismos tiende a oscilar o ejerce fuerzas descompensadas en el robot. Por lo tanto, la configuración con la base de montaje del robot es particularmente ventajosa en combinación con la provisión de un contrapeso el cual puede asegurar que se lleva a cabo un experimento de aceleración libre de fuerzas sin un impacto que perturbe en el robot montado con el dispositivo. Esto permite una resolución espacial apropiada de un experimento y permite utilizar incluso robots simples reduciendo de ese modo los costes.

El dispositivo puede comprender una interfaz del usuario para permitir que el usuario se comunique con el dispositivo. El dispositivo puede comprender una interfaz del usuario para permitir que un usuario se comunique bidireccionalmente con el dispositivo. Por lo tanto, el usuario puede suministrar al dispositivo, a través de la interfaz del usuario, solicitudes de control a través de elementos de entrada tales como un teclado, un controlador manual, o similar. Adicionalmente, los resultados de la investigación pueden ser visualizados al usuario en un conjunto de visualización de la interfaz del usuario, por ejemplo un conjunto de visualizador de cristal líquido (LCD) o similar.

Particularmente, formas de realización de la invención se pueden aplicar ventajosamente en el contexto de la simulación de un choque de la estructura física, por ejemplo un choque de un vehículo, como un automóvil, con un peatón o su ocupante.

Otro campo de aplicación de las formas de realización ejemplares de la invención es una simulación o prueba de la integridad del funcionamiento de la estructura física. Más generalmente, formas de realización de la invención se pueden aplicar a cualquier prueba de materiales en mecánica estructural. Los resultados a partir de la prueba del choque se pueden analizar bajo la consideración de los cálculos de elementos finitos (FE) los cuales pueden aportar información complementaria.

Los aspectos definidos antes en este documento y aspectos adicionales de la invención se pondrán de manifiesto a partir de los ejemplos de la forma de realización que se va a describir más adelante en este documento y son explicados con referencia a estos ejemplos de forma de realización.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención será descrita con mayor detalle más adelante en este documento con referencia a ejemplos de formas de realización a las cuales la invención no está limitada.

La figura 1 ilustra un dispositivo para la investigación de una colisión entre un elemento de impacto de una parte del cuerpo y un coche según una forma de realización ejemplar de la invención.

La figura 2 muestra un perfil de la velocidad de un conjunto de montaje y un cuerpo de prueba durante el funcionamiento de un dispositivo para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física según una forma de realización ejemplar de la invención.

La figura 3 muestra una vista tridimensional de un dispositivo para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física según una forma de realización ejemplar de la invención.

La figura 4 es una vista detallada de una parte del dispositivo de la figura 3.

La figura 5 muestra una orientación y un movimiento relativos de diferentes cuerpos de prueba con relación a una estructura física de una prueba de colisión.

La figura 6 muestra una colisión entre un coche y un maniquí de prueba de choque.

Las figuras 7 y 8 muestran dos vistas tridimensionales de un dispositivo para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba y una estructura física según otra forma de realización ejemplar de la invención.

- 5 Las figuras 9 hasta la 12 muestran el dispositivo de la figura 7 y la figura 8 durante cuatro fases de un experimento de colisión.

DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN

- 10 La ilustración en los dibujos es esquemática.

En lo que sigue a continuación, con referencia a la figura 1, se describirá un dispositivo 100 para la simulación de una colisión entre un cuerpo de prueba 102 y una estructura física 104 según una forma de realización ejemplar de la invención.

- 15 El cuerpo de prueba 102 simula una parte del cuerpo de un ser humano, mientras la estructura física 104 es un vehículo el cual debe ser probado y posiblemente aprobado cuando determinadas características de seguridad cumplan los criterios específicos.

- 20 El dispositivo 100 comprende un conjunto de montaje 106 para montar el cuerpo de prueba 102. Particularmente, una protrusión 108 del cuerpo de prueba 102 está conformada y dimensionada para ajustar en una ranura 110 del conjunto de montaje 102.

- 25 Un motor eléctrico lineal 112 está provisto y directamente acoplado eléctricamente con el conjunto de montaje 106 para accionar mecánicamente el conjunto de montaje 106 y el cuerpo de prueba 102 montado en el mismo.

- 30 Un conjunto de control 114 (el cual puede ser un conjunto de procesamiento central, CPU o un microprocesador) está provisto y está adaptado para controlar el motor eléctrico lineal 112 para acelerar el cuerpo de prueba 102 montado en el conjunto de montaje 106 según un modelo de movimiento deseado y para controlar la liberación del cuerpo de prueba 102 del conjunto de montaje 106 en una posición espacial previamente definida para mover el cuerpo de prueba acelerado 102 hacia la estructura física 104 para la colisión.

- 35 La figura 1 muestra, en líneas continuas, el cuerpo de prueba 102 en un modo de funcionamiento en el cual está fijado o montado en el conjunto de montaje 106. En líneas de puntos o discontinuas, la figura 1 muestra el cuerpo de prueba 102 después de haber sido liberado del conjunto de montaje 106. Esto puede ser iniciado deteniendo repentinamente el conjunto de montaje 106 que se mueve (véase la flecha 116 que indica una dirección del movimiento) en una posición en la cual el conjunto de montaje 106 intencionadamente colisiona con un bloque espacialmente fijo 118. En este punto en el tiempo, el conjunto de montaje 106 es detenido repentinamente y, bajo la influencia de la inercia, el cuerpo de prueba 102 continúa su movimiento hacia el vehículo 104 (véase la flecha 120).

- 40 El cuerpo de prueba 102 puede ser un cuerpo de prueba para simular una cabeza de un adulto o de un niño, un cuerpo de prueba que simula una cadera de un humano, un cuerpo de prueba que simula una pierna de un humano o cualquier otro cuerpo de prueba.

- 45 El conjunto de montaje 106 está adaptado para montar de forma que se puedan sustituir o que se puedan desmontar diferentes cuerpos de prueba 102.

- 50 El conjunto de control 114 está adaptado para controlar el motor de accionamiento lineal 112 para acelerar el cuerpo de prueba 102 según un perfil trapezoidal de la velocidad previamente definido como el representado en la figura 2 el cual será descrito más adelante en este documento con más detalle.

- 55 Después de que el conjunto de montaje 106 haya sido detenido por el bloque 118, el cuerpo de prueba 102 es lanzado hacia la estructura física 104 para realizar una colisión definida con respecto a la velocidad, posición de colisión y ángulo de colisión.

- El conjunto de montaje 106 está montado en un soporte 122 (el cual también puede ser indicado como un estator, puesto que permanece espacialmente fijo) el cual comprende un carril de guía 124 a lo largo del cual el conjunto de montaje 106 es móvil a lo largo de una trayectoria previamente definida. Esto se puede obtener a partir de una vista en sección transversal 150 a lo largo de una línea B – B' representada en la figura 1.

- 60 Un conjunto de medición 126 adaptado para realizar una medición longimétrica del cuerpo de prueba 102 montado en el conjunto de montaje 106 está provisto para medir datos indicativos de un movimiento del cuerpo de prueba 102 montado en el conjunto de montaje 106 y para suministrar los datos de la medición al conjunto de control 114 como una base para controlar el motor de accionamiento lineal 122.

- 65 Adicionalmente, se provee una cámara 128 (por ejemplo una cámara de vídeo, una cámara CCD, una cámara

CMOS o similar) para medir o capturar datos indicativos de la colisión entre el cuerpo de prueba que vuela 102 y el vehículo 104. Datos correspondientes pueden ser suministrados al conjunto de control 114 para la evaluación. El conjunto de control 114 también puede tener la capacidad de evaluar los datos de la colisión para calcular datos de salida.

5 Está provista una interfaz del usuario 130 la cual está en comunicación bidireccional (o unidireccional) con el conjunto de control 114 y la cual permite al usuario definir mandatos de control para el accionamiento del dispositivo 100 y para la recepción de datos indicativos de un resultado de la investigación del dispositivo 100.

10 Se observa que todos los aspectos mencionados en la forma de realización de la figura 7 (particularmente todos los aspectos relacionados con un contrapeso y su funcionamiento, una unión magnética del cuerpo de prueba, el montaje en un robot, la configuración de un conjunto de accionamiento eléctrico) pueden ser implantados en la forma de realización de la figura 1 también.

15 En lo que sigue a continuación, se explicarán algunos reconocimientos básicos de los presentes inventores sobre la base sobre la cual han sido desarrolladas las formas de realización ejemplares de la invención.

Según una forma de realización ejemplar de la invención, puede estar provisto un dispositivo para la realización de pruebas de componentes de vehículos.

20 La Comisión Europea ha publicado una directiva para la seguridad de los peatones. Esta directiva tiene el objetivo de reducir el número de peatones que mueren o son lesionados por el tráfico mediante la realización de modificaciones en la construcción de la zona delantera de los vehículos. Según disposiciones legales, únicamente serán aprobados nuevos tipos de vehículos cuando hayan superado con éxito una serie de pruebas de protección de los peatones. Esto puede incluir particularmente pruebas con relación a la colisión de la parte superior de la pierna con un vehículo o a la colisión de la zona de la cadera con un borde delantero del vehículo.

25 La administración de seguridad del tráfico en autopistas nacionales americanas publica normas federales sobre seguridad de los vehículos a motor (FMVSS) y disposiciones a las cuales los fabricantes de vehículos a motor y artículos de equipo se deben adaptar y certificar el cumplimiento. Estas normas de seguridad federales son disposiciones escritas en términos de los mínimos requisitos de comportamiento de seguridad para los vehículos a motor o los artículos del equipo de los vehículos a motor. Estos requisitos se especifican de tal manera "que el público esté protegido contra un riesgo no razonable de que ocurran choques como un resultado del diseño, construcción o comportamiento de los vehículos a motor y también esté protegido contra un riesgo no razonable de muerte o lesión en el caso en que ocurran choques". La protección de los ocupantes es parte de las normas tal como la FMVSS 201 (impacto interior) las normas siguientes. Las normas europeas y otras disposiciones nacionales para la protección de los ocupantes son EG 74/60, EC R21, JIS (Japón).

30 Según una forma de realización ejemplar de la invención, puede estar provisto un dispositivo para la ejecución de pruebas de choque para la protección de peatones y la protección de ocupantes, particularmente para la simulación de una colisión de peatones o de ocupantes con una estructura del vehículo. Para llevar a cabo las pruebas de este tipo, cuerpos de prueba específicos deben ser lanzados sobre los componentes del vehículo. Esto debe tener el objetivo de lanzar los cuerpos de prueba con una velocidad suficientemente precisa y una precisión espacial sobre los componentes de este tipo a fin de obtener datos comparables y significativos que permitan decidir si un vehículo bajo las pruebas cumple los requisitos específicos.

35 Al contrario que en los aparatos convencionales en los cuales los cuerpos de prueba son acelerados utilizando cilindros neumáticos o hidráulicos para la regulación de la velocidad de la prueba durante la aceleración del cuerpo de prueba, formas de realización ejemplares de la invención implantan motores eléctricos lineales los cuales aceleran el cuerpo de prueba de una manera controlada o regulada a lo largo de una cierta longitud a una velocidad de prueba correspondiente. Durante la fase de aceleración, el aumento de la velocidad se puede supervisar continuamente mediante un sistema de medición de la distancia. La señal del sistema de medición de la distancia puede ser detectada por un soporte lógico y puede ser evaluada. El soporte lógico puede alimentar, a través de un servo regulador, a los motores eléctricos lineales con la electricidad correspondiente. Adoptando esta medida, puede ser posible llevar a cabo la aceleración del cuerpo de prueba según un perfil trapezoidal del movimiento que se puede definir, el cual se puede adaptar a las diferentes pruebas.

40 La figura 2 muestra un diagrama 200 provisto de una abscisa 202 a lo largo de la cual se traza el tiempo. A lo largo de una ordenada 204, se traza la velocidad. Un perfil trapezoidal de la velocidad se representa como una curva 206. El eje del tiempo 202 está correlacionado con diferentes estados de funcionamiento de un dispositivo según una forma de realización ejemplar de la invención, en el cual está representado un conjunto de montaje 106 que está conectado a un cuerpo de prueba 102 el cual, durante una fase de meseta de la curva 206, se libera del conjunto de montaje 106 cuando desliza a lo largo de un carril de guía 124.

65 Uno o más conjuntos de accionamiento (eléctrico) pueden estar montados en un transportador el cual, a su vez, por medio de tirantes o barras, puede estar conectado con un transportador de impacto a una cierta distancia.

La figura 3 muestra un dispositivo 300 según una forma de realización ejemplar de la invención que muestra un carril de guía 302, un elemento de conexión delantero 304, una cubierta lateral o guía de cadena de energía 306, un elemento de impacto con la parte inferior de la pierna 308, un transportador del elemento de impacto 310 y un conjunto de accionamiento 312.

El dispositivo de lanzamiento 300 está provisto a cada lado de guías de precisión 302. Para los diversos cuerpos de prueba 308, el conjunto de lanzamiento 300 se puede volver a montar si se desea rápida y fácilmente, sustituyendo el transportador del elemento de impacto 310 por otro conjunto de montaje.

La figura 4 muestra el dispositivo 300 en detalle adicional.

La figura 4 muestra el transportador del elemento de impacto 310 en el cual está montado el elemento de impacto con la parte inferior de la pierna 308 o cualquier otro cuerpo de prueba. Una mordaza del elemento de impacto está indicada con el número de referencia 402. Adicionalmente, están representadas conexiones de enchufe 404 para los cables de los sensores así como conexiones de enchufe 406 para los cables de la corriente de carga. Un vagón de guía lineal 408 está representado así como un motor lineal eléctrico no magnético 410.

Se observa que todos los aspectos mencionados en la forma de realización de la figura 7 (particularmente todos los aspectos relacionados con un contrapeso y su funcionamiento, una unión magnética del cuerpo de prueba, el montaje en un robot, la configuración de un conjunto de accionamiento eléctrico) se pueden implantar en la forma de realización de la figura 3 y de la figura 4 así mismo.

La figura 5 muestra un escenario de pruebas 500 que correlaciona la geometría del coche 104 con diferentes cuerpos de prueba, esto es un cuerpo de prueba de la cabeza de un adulto 502, un cuerpo de prueba de la cabeza de un niño 504, un cuerpo de prueba de la cadera 506 y un cuerpo de prueba de la pierna 508. Con un dispositivo 100 o 300 según una forma de realización ejemplar de la invención, los respectivos cuerpos de prueba 502, 504, 506, 508 pueden ser dirigidos con una velocidad, un ángulo de impacto o una relación espacial controlados hacia el coche 104 para disparar una colisión bajo condiciones controladas con precisión.

Pruebas de este tipo, como se representa en la figura 6, pueden simular una colisión entre el coche 104 y un maniquí o un humano 600 de prueba de choque.

En lo que sigue a continuación, se mencionarán algunas ventajas las cuales se pueden conseguir con un dispositivo según una forma de realización ejemplar de la invención.

Una ventaja es que un aparato de este tipo es capaz de ajustar la velocidad regulada con la cual el accionamiento eléctrico acelera el conjunto de montaje con una precisión de $\pm 0,05$ km/h o más. En el campo de la protección de los peatones y los ocupantes, pueden ser requeridas pruebas con por lo menos cinco cuerpos de prueba diferentes con docenas de pesos y ángulos diferentes. Esto puede requerir definir el perfil deseado de la velocidad para cada prueba y el aparato será regulado entonces automáticamente. En contraste con esto, en los aparatos convencionales, se tiene que definir una determinación compleja de la velocidad requerida la cual está definida por una generación de presión lo cual consume tiempo.

Adicionalmente, la determinación de la matriz de la prueba y las pruebas de calibración pueden ser prescindibles según formas de realización ejemplares de la invención. Los aparatos de pruebas convencionales están accionados neumáticamente o hidráulicamente. Las velocidades de prueba deseadas por lo tanto se deben determinar sobre la base de la matriz de prueba y las pruebas de calibración. Una matriz de prueba de este tipo puede ser una tabla construida sobre la base de las pruebas las cuales describen la correlación entre la velocidad deseada, el cuerpo de prueba, la masa de prueba y el ángulo de prueba. Cinco cuerpos de prueba requeridos para secuencias de prueba específicas representan, cada uno, una parte del cuerpo humano (tres cabezas, una cadera, una pierna). Las tres cabezas pueden tener masas o dimensiones diferentes y pueden ser aceleradas hasta 35 km/h o 40 km/h con diferentes ángulos de prueba (por ejemplo en una gama entre 50° y 65°). La velocidad, la masa y el ángulo de la prueba de un elemento de impacto con la cadera pueden resultar a partir de la construcción del vehículo que se va a probar. De ese modo, la parte delantera del dispositivo puede ser medida según un procedimiento de prueba y los datos de la prueba se evalúan a partir del mismo.

La masa de prueba puede estar en la gama entre 9 kg y 14 kg y la velocidad puede estar en una gama entre 16 km/h y 40 km/h, en donde el ángulo de prueba puede variar entre 20° y 60° . La forma de la pierna puede ser lanzada con diferentes ángulos (por ejemplo desde 0° hasta 6°) y con una velocidad de 40 km/h a la parte delantera del vehículo que se va a examinar. Adicionalmente, se puede tener en cuenta la temperatura en el espacio del examen y la humedad en el espacio del examen. Según las reglamentaciones legales, las pruebas deben llevarse a cabo en una gama entre 18°C y 26°C y entre el 10% y el 70% de humedad. Los diferentes valores de las temperaturas y la humedad pueden resultar convencionalmente a partir de diferentes propiedades de llenado de un recipiente de presión y de forma correspondiente diferentes velocidades de prueba. Por lo tanto, estos dos componentes también tienen que ser implantados en la matriz de prueba en un sistema convencional. Esto puede resultar en una

pluralidad de diferentes constelaciones de pruebas las cuales tienen que ser llevadas a cabo después de un funcionamiento y el mantenimiento del dispositivo de aceleración. Esto puede requerir la realización de entre 400 hasta 700 pruebas.

5 Las pruebas de calibración pueden ser pruebas las cuales se requieren a fin de probar el respectivo dispositivo de lanzamiento. En este contexto, se tienen que llevar a cabo una o más pruebas en un chasis o bastidor de colisión a fin de probar la matriz y, si es necesario, corregirla. Esto puede asegurar también conseguir la velocidad deseada en un campo de tolerancias aceptado.

10 Pruebas erróneas (pruebas fuera de una gama de velocidades aceptables, golpes fuera del campo de tolerancia) deben ser evitadas puesto que son muy caras debido a los altos esfuerzos requeridos para la preparación del vehículo y los cuerpos de prueba. Adicionalmente, debido a la implantación de las simulaciones de elementos finitos en el campo del desarrollo de la protección de peatones y ocupantes se ha convertido todavía en más importante el proporcionar un buen acuerdo con los parámetros de la prueba. Esto incluye también que tienen que ser
15 consideradas las tolerancias de la velocidad.

Adicionalmente, formas de realización ejemplares de la invención permiten realizar pruebas más precisas y conseguir resultados más precisos. Mientras el desarrollo de los aparatos neumáticos e hidráulicos es más o menos sin cambios, la simulación de elementos finitos en el desarrollo automovilístico se ha convertido tan importante que
20 muchas pruebas se llevan a cabo únicamente a fin de confirmar los resultados de la simulación. Para este propósito, se requiere tener condiciones de prueba muy precisas que produzcan resultados los cuales sean comparables adecuadamente con los datos de elementos finitos. A la velocidad regulada, un sensor verifica en frecuencias si la velocidad es correcta, en tanto en cuanto el cuerpo de prueba está en aceleración. En los aparatos convencionales, se puede generar una presión hasta un valor determinado mediante una matriz de prueba y el cuerpo de prueba
25 puede ser lanzado desde un dispositivo de lanzamiento. En el punto en el tiempo del lanzamiento, deja de ser posible cualquier gestión de la regulación. El usuario tiene que confiar en el hecho de que la velocidad ha sido correcta.

Adicionalmente, formas de realización ejemplares de la invención no muestran una dependencia fuerte de la temperatura de la sala lo cual es un problema con los aparatos convencionales en los cuales, por ejemplo, los
30 cierres herméticos y el fluido de accionamiento se tienen que ajustar a una velocidad respectiva.

Los sistemas de prueba convencionales son muy sensibles con respecto a la temperatura y la humedad en el entorno de la prueba. Sin embargo, según las formas de realización ejemplares de la invención, se suprime
35 eficazmente una dependencia de la temperatura, puesto que la velocidad se regula en tiempo real utilizando un conjunto de accionamiento eléctrico.

Adicionalmente, puede ser posible llevar a cabo las pruebas de una manera más rápida. El accionamiento eléctrico puede ser particularmente ventajoso a este respecto, puesto que cuando el transportador del cuerpo de prueba lo
40 acciona de vuelta inmediatamente después del final de las pruebas a la posición inicial, no se requieren procedimientos de accionamiento de vuelta de pistón que consumen tiempo lo cual convencionalmente se tiene que llevar a cabo manualmente. Una necesidad convencional de este tipo de un transporte de vuelta manual es también una fuente de peligro y de lesiones puesto que el usuario tiene que estar colocado directamente en una zona de lanzamiento del aparato.

Además, el accionamiento eléctrico proporciona la oportunidad en cada momento de colocar el dispositivo de lanzamiento con una precisión de milímetros y menos, por ejemplo a fin de capturar un cuerpo de prueba o detectar
45 un objetivo (punto de choque del cuerpo de prueba) en el dispositivo bajo examen con alta precisión.

Adicionalmente, se elimina el tiempo de espera para la generación de presión, el cual se requiere en los cilindros convencionales hidráulicos o neumáticos. Esto puede permitir ahorrar hasta 15 minutos o más por prueba. Esto
50 puede corresponder con una reducción del tiempo de una prueba completa del 15% o más.

Además, el remontaje puede ser realizado con bajo esfuerzo y en un tiempo rápido. Los cinco cuerpos de prueba los
55 cuales frecuentemente se utilizan para las pruebas de protección de peatones y ocupantes pueden ser montados utilizando diferentes conjuntos de lanzamiento (o conjuntos de montaje) para ser montados y desmontados en el aparato. En un caso convencional de este tipo, los dispositivos de lanzamiento no pueden ser montados por una sola persona y el consumo de tiempo para el remontaje puede ser del orden de magnitud de entre 1 hora y 8 horas. Al contrario que esto, las formas de realización de la invención están diseñadas de tal manera que existe
60 únicamente un dispositivo de lanzamiento y existen únicamente tres transportadores para los cuerpos de prueba los cuales pueden ser intercambiados de una manera fácil porque únicamente tienen que ser fijados con una serie de tornillos (por ejemplo 8) o cualquier otro elemento de fijación. El tiempo para el remontaje puede ser de 15 minutos o menos.

Más allá de esto, se puede conseguir un alto grado de seguridad para el funcionamiento de un dispositivo según una forma de realización ejemplar de la invención. Los aparatos neumáticos e hidráulicos trabajan con diferentes

recipientes de presión con presiones de trabajo entre 2 bar y 11 bar. Los recipientes de presión son una fuente de peligro y por lo tanto las provisiones de seguridad durante y después de la prueba tienen que ser estrictas. Un riesgo de este tipo no ocurre según las formas de realización ejemplares de la invención.

Adicionalmente, las formas de realización ejemplares de la invención pueden ser accionadas de una manera fácil. El funcionamiento de los aparatos neumáticos e hidráulicos requiere una alta preparación de los usuarios. Según una forma de realización ejemplar de la invención, una gran cantidad de un conocimiento de este tipo deja de ser requerido para la gestión o manipulación del aparato. El control del dispositivo puede ser realizado a través de menús (ayudados con imágenes, vídeos o análisis de error). Adicionalmente una captura y evaluación automática completa de los datos de la prueba puede estar integrada en el dispositivo.

Además, los esfuerzos de mantenimiento pueden ser muy pequeños. Debido al accionamiento de baja fricción o sin fricción, se puede eliminar el alto esfuerzo cuando se cambian pistones de cilindros y anillos de estanqueidad.

Puesto que el dispositivo según una forma de realización ejemplar de la invención puede ser accionado inmediatamente y proporciona resultados de las pruebas fiables, un alto comportamiento puede estar combinado con un corto tiempo de espera entre diferentes secuencias de pruebas. El accionamiento del dispositivo puede ser realizado por una persona, con respecto a las pruebas y el remontaje. Por lo tanto, las habilidades y la mano de obra requeridas para el accionamiento del dispositivo son relativamente bajas. Además, se pueden evitar medios de trabajo caros tales como nitrógeno o aceite hidráulico.

La figura 7 muestra un dispositivo 700 para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba 102, en el presente ejemplo un cuerpo de prueba que simula una cabeza de un ser humano, y una estructura física (no representada) según otra forma de realización ejemplar.

También en esta forma de realización, el conjunto de montaje 106 y el cuerpo de prueba 102 son accionados exclusivamente mediante un conjunto de accionamiento eléctrico el cual está realizado mediante una pluralidad de motores lineales, por ejemplo mediante cuatro motores lineales en la forma de realización descrita. El número de referencia 702 muestra las partes secundarias de los motores eléctricos. Los cuatro motores lineales eléctricos son accionados en paralelo uno con respecto al otro de una manera sincronizada. Por esta razón, un conjunto de control (no representado en la figura 7) controla los cuatro motores lineales sobre la base de una rutina de soporte lógico de modo que sincroniza su funcionamiento a la vez. En otras palabras, los cuatro motores lineales son accionados para ser conectados a la vez. Los cuatro motores lineales están conectados en serie uno a otro. La provisión de cuatro motores lineales resulta a partir del hecho de que para la aceleración de objetos pesados, la utilización de por ejemplo únicamente uno o dos motores lineales puede no ser suficiente cuando los sistemas de aceleración neumática o hidráulica hayan sido completamente omitidos, como en la forma de realización representada en la figura 7 y la figura 8. Por lo tanto, la forma de realización descrita de la invención supera el prejuicio en el campo técnico pertinente en el cual los artesanos consideran imposible accionar un dispositivo de lanzamiento de este tipo únicamente sobre la base de motores lineales, sin la utilización de sistemas de aceleración hidráulicos o neumáticos y sin embargo obtener las velocidades y las fuerzas requeridas. Sin embargo, una instalación con múltiples motores lineales paralelos como se representa en la figura 7 ha resuelto este problema, que ha durado mucho tiempo en la técnica, de una manera muy compacta. Por ejemplo, es posible fabricar el dispositivo de la figura 7 con una longitud (en una dirección 116) de aproximadamente 700 mm o menos y dimensiones en las direcciones perpendiculares a esta dirección 116 de por ejemplo 200 mm x 200 mm o menos.

Como se representa mejor en la figura 12, el cuerpo de prueba 102 comprende una protrusión o pasador 1202 fabricado de un material magnético el cual está conformado y dimensionado para corresponder con una ranura (comparar el número de referencia 1204) en el conjunto de montaje 106 de modo que esta ranura se puede acoplar con la protrusión 1202 para sostener el cuerpo de prueba 102 en el conjunto de montaje 106.

Adicionalmente, aunque no representado en la figura 7 y la figura 8, el conjunto de montaje 106 tiene incorporado un electroimán para la generación de un campo magnético alrededor de la ranura para la recepción de la protrusión 1202, de modo que el cuerpo de prueba 102 puede ser fijado en el conjunto de montaje 106 no sólo mediante el cierre de forma entre la protrusión 1202 y la ranura, sino también mediante una fuerza magnética de atracción. El conjunto de control (no representado en la figura 7) puede estar adaptado para la activación del electroimán para la generación del campo magnético que resulta en la fuerza magnética de atracción en la ranura antes de la aceleración del cuerpo de prueba 102 montado en el conjunto de montaje 106. El conjunto de control puede estar adicionalmente adaptado para desactivar el electroimán para desconectar el campo magnético de atracción cuando el cuerpo de prueba 102 vaya a ser acelerado por el conjunto de montaje 106. Alternativamente, también es posible mantener la fuerza magnética durante la fase de aceleración y desconectar el campo magnético únicamente en el momento de la liberación del cuerpo de prueba 102 del conjunto de montaje 106.

Como se puede obtener a partir de la figura 7, el conjunto de montaje 106 está montado a través de carriles de guía 302 en un soporte 704 del dispositivo 700. En una superficie lateral opuesta del soporte 704, como se representa mejor en la figura 8, está montado un contrapeso 706 el cual está configurado para ser accionados mecánicamente en el momento de accionar mecánicamente el conjunto de montaje 106 y el cuerpo de prueba 102 montado en el

mismo a lo largo de una dirección de movimiento 708 la cual está orientada opuestamente con respecto a la dirección del movimiento 116 del conjunto de montaje 106 y el cuerpo de prueba 102 montado en el mismo.

La masa del contrapeso 706 se ajusta a la masa del cuerpo de prueba 102 (en combinación con el conjunto de montaje 106) para equilibrar de ese modo por lo menos parcialmente o neutralizar las fuerzas que actúan sobre el soporte 704 en el momento de la aceleración del cuerpo de prueba 102 a lo largo de la dirección 116. Por lo tanto, una aceleración prácticamente libre de fuerzas se puede conseguir mediante la masa de equilibrio 706.

Un mecanismo de tracción de cable 710 asimismo está provisto el cual comprende un elemento de inversión del cable 702 así como cuerdas de tracción 714. Las cuerdas o los cables 714 conectan el contrapeso 706 con el conjunto de montaje 106 para invertir un vector de fuerza que actúa en el conjunto de montaje 106 y el cuerpo de prueba 102 montado en el mismo a un vector de fuerza inverso que actúa en el contrapeso 706. Por lo tanto, se puede prescindir de proporcionar un conjunto de accionamiento separado para el accionamiento de la contra masa 706, de modo que también la contra masa 706 es accionada directamente por el motor lineal eléctrico.

Como se puede obtener mejor a partir de la figura 8, un carril de guía adicional 802 está provisto para el guiado de la masa de equilibrio 706 a lo largo de la dirección 708.

Adicionalmente, una base de montaje de un robot 716 está provista como un saliente en el cual se va a montar un robot (no representado en las figuras). El montaje de un robot muy simple es posible según una forma de realización ejemplar, puesto que la provisión del peso de equilibrio 706 permite un funcionamiento libre de fuerzas del dispositivo 700, de modo que no se ejercen fuerzas perturbadoras en el robot durante el experimento de la aceleración.

Un amortiguador o absorbente de choques 804 está provisto en el contrapeso 706 para absorber fuerzas mecánicas cuando la masa de equilibrio 706 se apoya contra un elemento delantero 806 del dispositivo 700.

Después de la liberación del cuerpo de prueba 102 del conjunto de montaje 106 el cuerpo de prueba 102 está en vuelo libre durante aproximadamente 40 mm antes de interactuar con el cuerpo de colisión (no representado).

Aunque la forma de realización de la figura 7 y la figura 8 está configurada para experimentos de colisión de la cabeza en un compartimiento de los ocupantes de un vehículo, una configuración similar es posible con una forma de realización como se representa en la figura 1, por ejemplo.

Todavía con referencia a la forma de realización de la figura 7 y la figura 8, la utilización de motores lineales permite una aceleración sin retroceso debido al movimiento del contrapeso 706 en la fase de aceleración. Por consiguiente, es posible utilizar el dispositivo 700 en combinación con un robot que sea sensible con respecto a las vibraciones, por ejemplo un robot de seis ejes, permitiendo de ese modo una colocación precisa y simple del dispositivo 700 sin el peligro de deteriorar el funcionamiento de un robot de este tipo.

A fin de cumplir los requisitos legales con respecto a la seguridad pasiva del vehículo (véase la directiva americana FMVSS 201, la directiva europea ECE R21, etc.) se tienen que realizar experimentos de colisión en una celda de ocupantes de un vehículo a fin de proteger a un ocupante con respecto a las lesiones que resultan a partir de una colisión de la cabeza y los componentes en el interior de un vehículo. Formas de realización de la invención, particularmente la forma de realización de la figura 7 y la figura 8, pueden ser utilizadas para un propósito de este tipo.

Con referencia a la figura 9 hasta la figura 12, una secuencia de aceleración completa se describirá para el dispositivo 700 representado en la figura 7.

Los diagramas 900, 1000, 1100 y 1200 ilustran una relación entre el tiempo (abscisa) y la velocidad (ordenada) durante el experimento.

La figura 9 muestra un escenario antes de la aceleración. La figura 10 muestra un escenario durante la aceleración, en el que se aplica una aceleración constante al cuerpo de prueba 102. La figura 11 muestra una situación en la cual se mantiene una velocidad constante y la figura 12 muestra el escenario de una desaceleración durante la cual el cuerpo de prueba 102 es liberado del conjunto de montaje 106.

Como se representa en la figura 12, el pasador 1202 del cuerpo de prueba 102 está centrado en una ranura del conjunto de montaje 106 la cual está indicada esquemáticamente mediante el número de referencia 1204 en la figura 12. Alrededor de esta ranura, puede estar instalado el electroimán, por ejemplo en forma de una bobina que se puede activar mediante corriente eléctrica.

Se debe observar que el término "que comprende" no excluye otros elementos o características y el "un" o "una" no excluye una pluralidad. También los elementos descritos en asociación con diferentes formas de realización se pueden combinar.

Se debe observar también que los signos de referencia en las reivindicaciones no constituyen una limitación al ámbito de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo para la investigación de una colisión entre un cuerpo de prueba (102) y una estructura física (104) en el que el dispositivo comprende:
5 un conjunto de montaje (106) para montar el cuerpo de prueba (102);
un conjunto de accionamiento eléctrico (112) adaptado para accionar mecánicamente el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo;
10 un conjunto de control (114) adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico (112) para acelerar el cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (106) y para controlar la liberación del cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (106) y para controlar la liberación del cuerpo de prueba (102) del conjunto de montaje (106) para dirigir el cuerpo de prueba acelerado (102) hacia la estructura física (104) para la colisión;
15 caracterizado porque el dispositivo está adaptado de modo que el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo son accionados mecánicamente directa y exclusivamente mediante el conjunto de accionamiento eléctrico (112).
- 20 2. El dispositivo según la reivindicación 1 en el que el conjunto de accionamiento eléctrico (112) comprende un motor lineal eléctrico (122).
3. El dispositivo según la reivindicación 1 o 2 en el que el conjunto de accionamiento eléctrico (112) comprende una pluralidad de, particularmente por lo menos tres, más particularmente por lo menos cuatro, motores lineales eléctricos (122) para ser accionados en paralelo uno con respecto a otro de una manera sincronizada.
- 25 4. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el conjunto de control (114) está adaptado para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico (112) para lanzar el cuerpo de prueba acelerado (102) hacia la estructura física (104) para la colisión.
- 30 5. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 comprendiendo un estator (112) en el cual el conjunto de montaje (106) es móvil a lo largo de una trayectoria previamente definida.
6. El dispositivo según la reivindicación 5 en el que el estator (122) comprende un carril de guía (124) en el cual el conjunto de montaje (106) es móvil a lo largo de la trayectoria previamente definida.
- 35 7. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 comprendiendo un conjunto de medición (126) adaptado para la medición de datos indicativos de un movimiento del cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (106) y para suministrar los datos de la medición al conjunto de control (114) como una base para controlar el conjunto de accionamiento eléctrico (112).
- 40 8. El dispositivo según la reivindicación 7 en el que el conjunto de medición (126) está adaptado para realizar una medición longimétrica del cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (36).
- 45 9. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en el que el conjunto de montaje (106) comprende una ranura para la recepción de una protrusión del cuerpo de prueba (102) para el montaje del cuerpo de prueba (102) en el conjunto de montaje (106).
- 50 10. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 comprendiendo un contrapeso (706) configurado para ser movido mecánicamente en el momento de accionar mecánicamente el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo, accionando mecánicamente el conjunto de montaje y el cuerpo de prueba montado en el mismo, en el que el contrapeso (706) es movido a lo largo de una dirección de movimiento la cual está orientada en oposición con respecto a una dirección de movimiento del conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo.
- 55 11. El dispositivo según la reivindicación 10 en el que la masa del contrapeso (706) es igual a la masa del cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (106).
- 60 12. El dispositivo según la reivindicación 10 u 11 comprendiendo un convertidor de fuerzas que acopla mecánicamente el contrapeso (706) con el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo de modo que el convertidor de fuerzas convierte una fuerza que actúa en el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo en una fuerza convertida que actúa en el contrapeso (706).
- 65 13. El dispositivo según la reivindicación 12 en el que el convertidor de fuerzas comprende un mecanismo de tracción de cable que tiene un cable que conecta el contrapeso (706) con el conjunto de montaje (106) para invertir

un vector de fuerza que actúa en el conjunto de montaje (106) y el cuerpo de prueba (102) montado en el mismo en un vector de fuerza inverso que actúa en el contrapeso (706).

5 14. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 en el que el estator (122) comprende un carril de guía adicional (124) en el cual el contrapeso (706) es móvil a lo largo de una trayectoria adicional previamente definida.

10 15. Un procedimiento para la investigación de la colisión entre un cuerpo de prueba (102) y una estructura física (104) en el que el procedimiento comprende accionar mecánicamente un conjunto de montaje (106) y un cuerpo de prueba (102) montado en el mismo directa y exclusivamente mediante un conjunto de accionamiento eléctrico (112); controlar el conjunto de accionamiento eléctrico (112) para acelerar el cuerpo de prueba (102) montado en el conjunto de montaje (106) y liberar el cuerpo de prueba (102) del conjunto de montaje (106) para dirigir el cuerpo de prueba acelerado (102) hacia la estructura física (104) para la colisión.

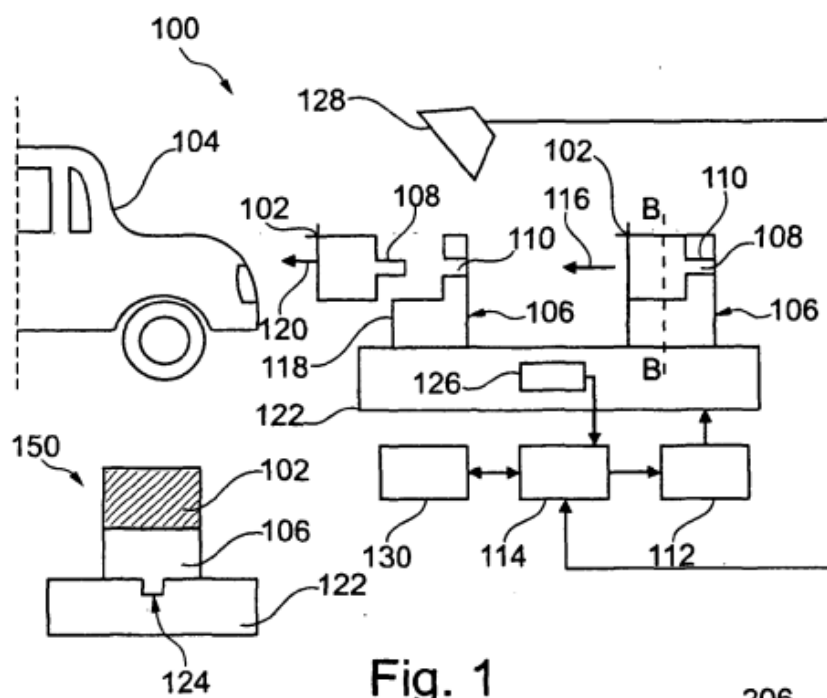


Fig. 1

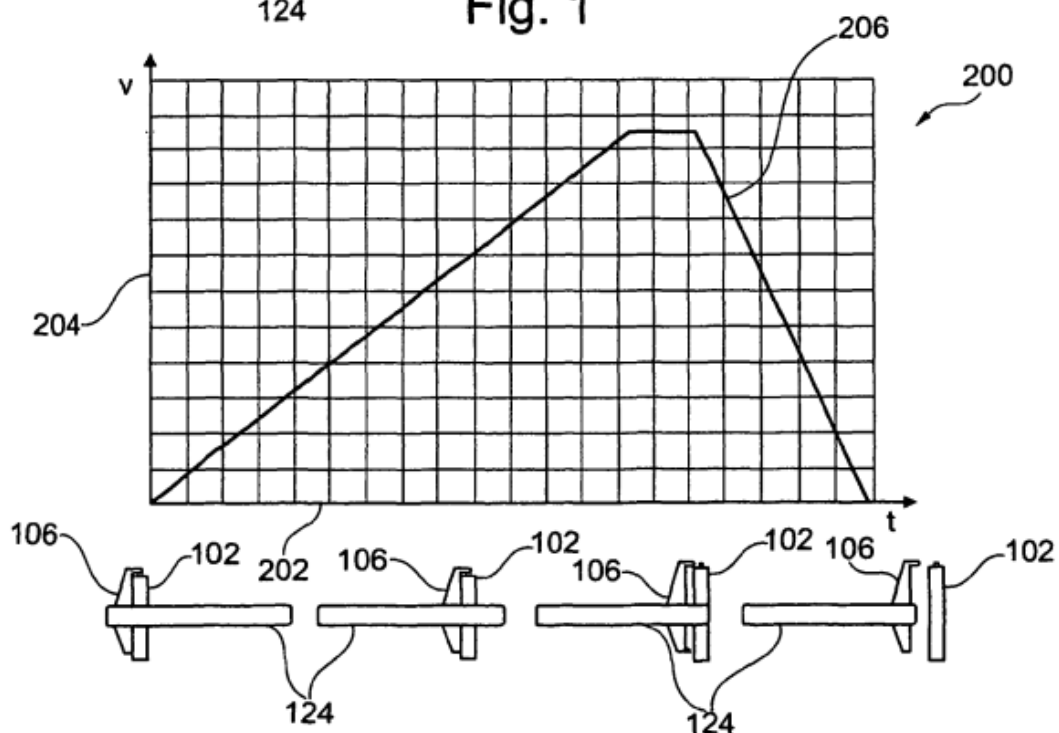


Fig. 2

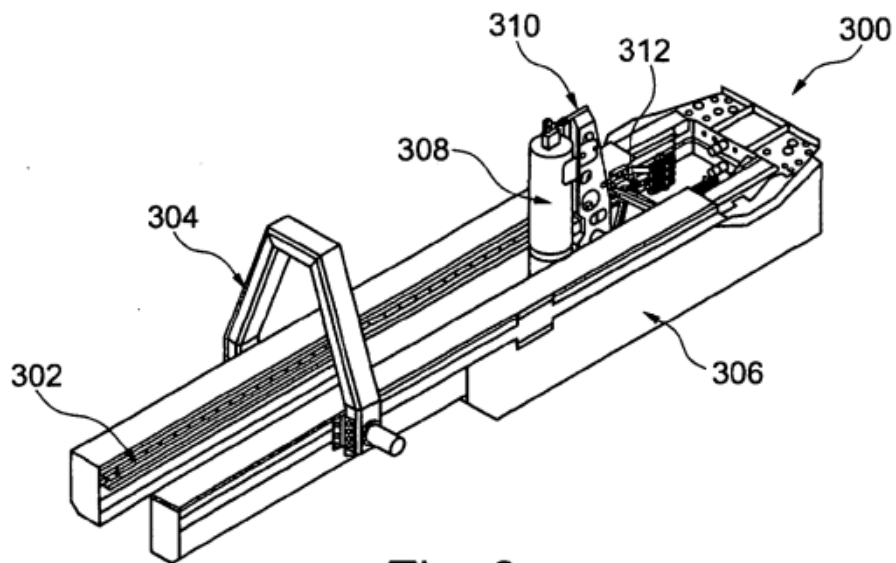


Fig. 3

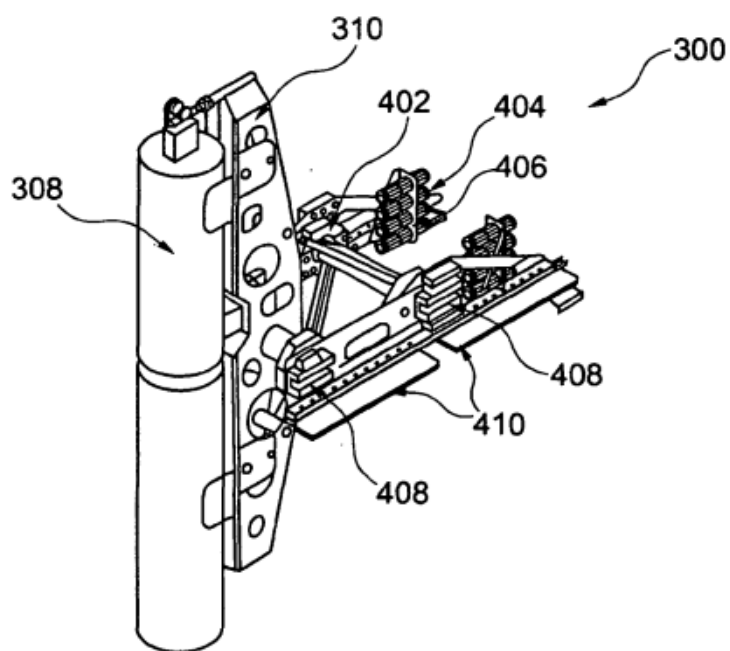
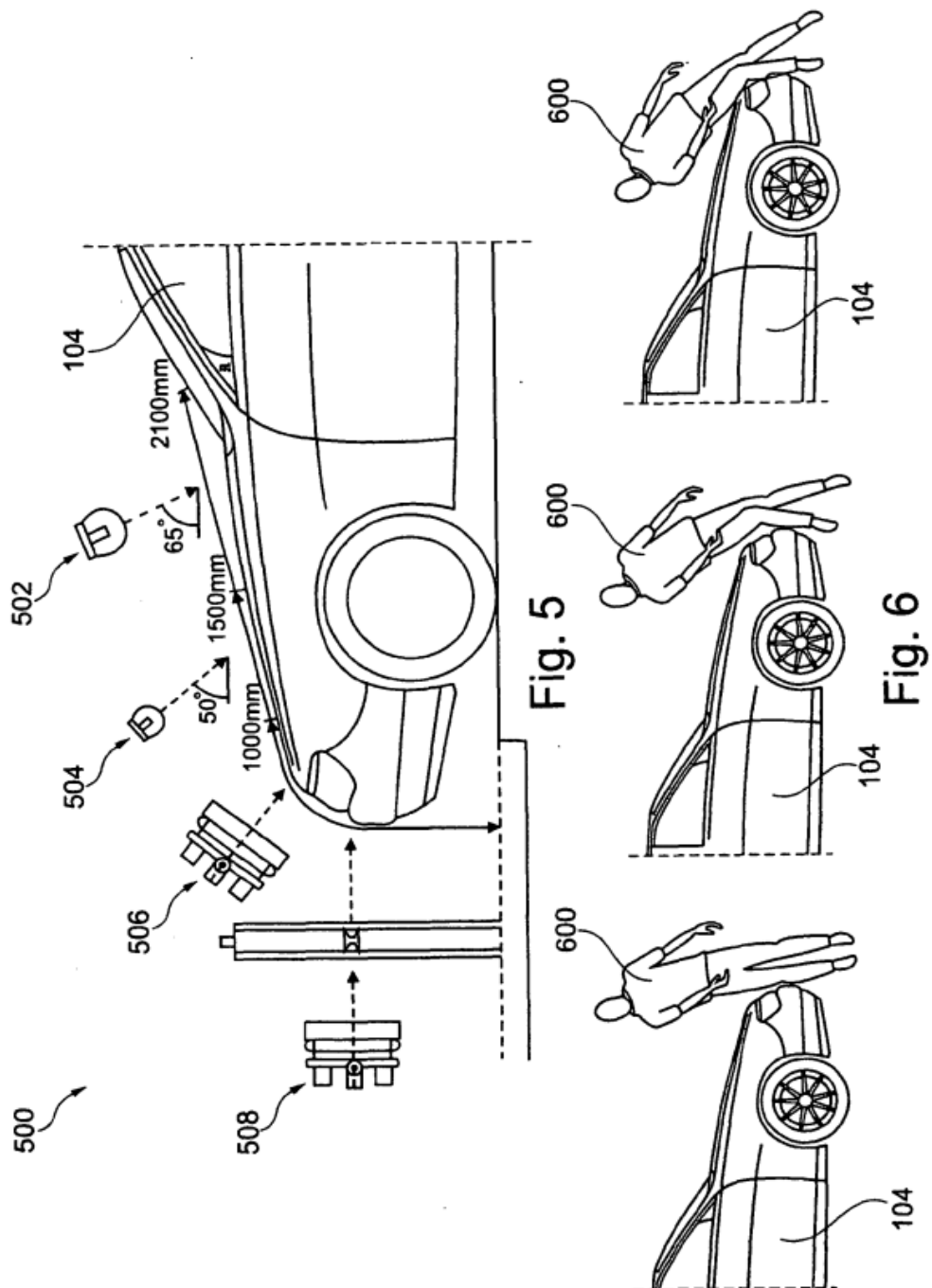


Fig. 4



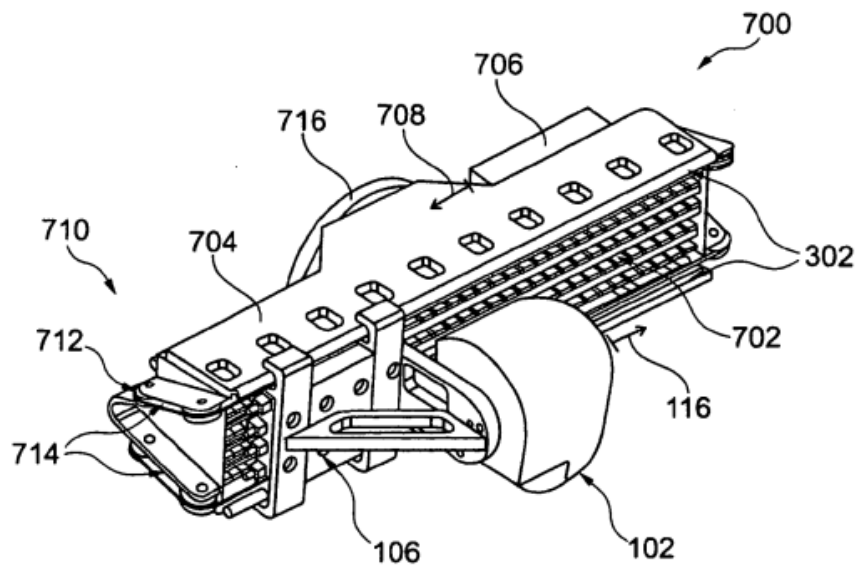


Fig. 7

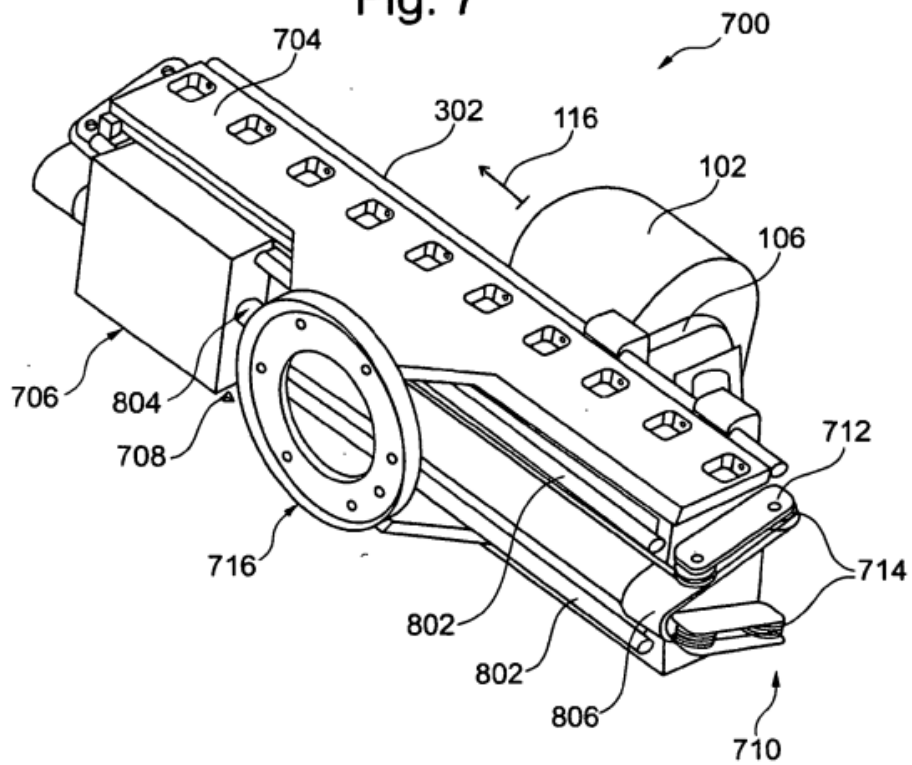


Fig.8

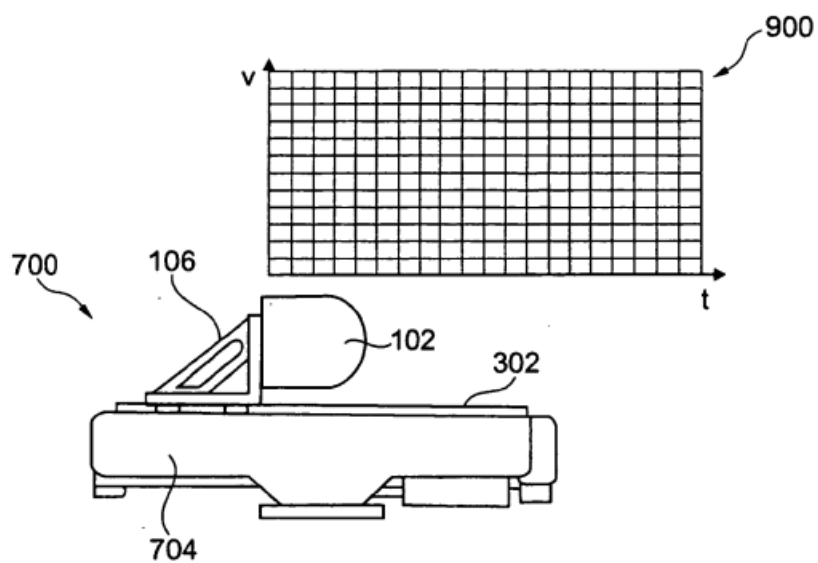


Fig. 9

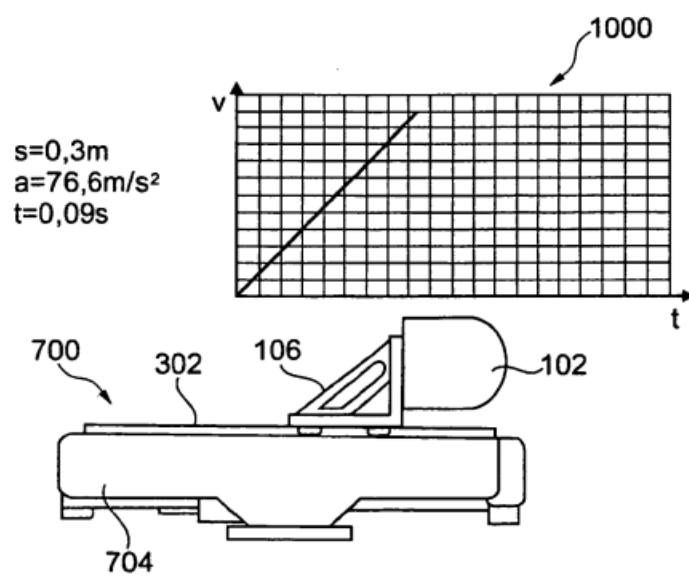


Fig. 10

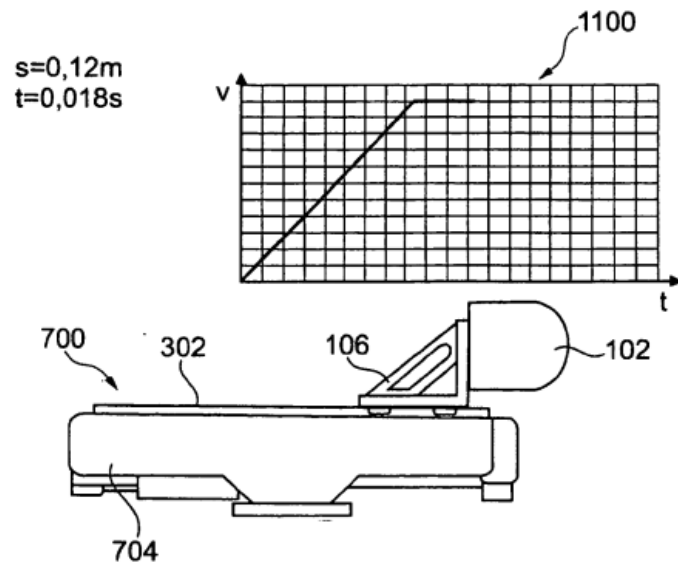


Fig. 11

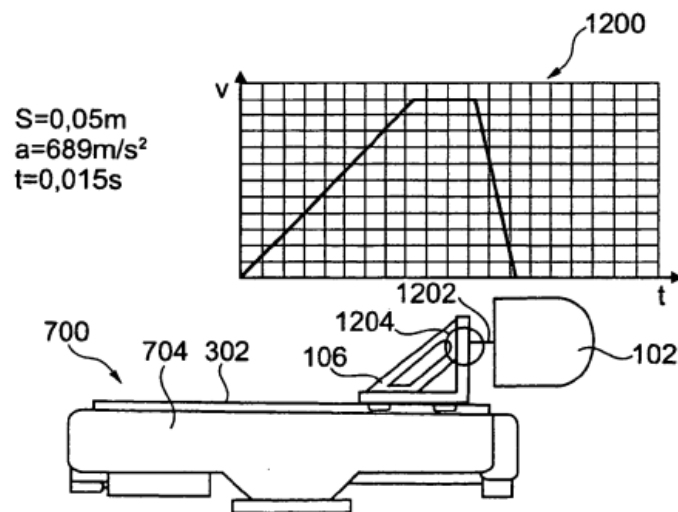


Fig. 12