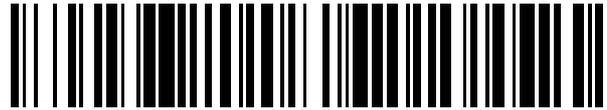


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 749**

51 Int. Cl.:

B29C 67/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2011** **E 11719160 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014** **EP 2552674**

54 Título: **Dispositivo para la construcción de modelos tridimensionales**

30 Prioridad:

31.03.2010 DE 102010013733

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

29.12.2014

73 Titular/es:

VOXELJET AG (100.0%)

Paul-Lenz-Strasse 1 b

86316 Friedberg , DE

72 Inventor/es:

HARTMANN, ANDREAS, DOMINIK y

EDERER, INGO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 525 749 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

Dispositivo para la construcción de modelos tridimensionales

El invento se refiere a un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1 para la construcción de modelos tridimensionales con el procedimiento de impresión 3D.

5 En la patente europea EP 0 431 924 B1 se describe un procedimiento para la construcción de objetos tridimensionales a partir de datos de computadora. En él se aplica un material en forma de partículas en una capa delgada sobre una plataforma de construcción rodeada eventualmente por un recipiente y se imprime después de acuerdo con los datos de una computadora de manera selectiva por medio de una cabeza de impresión con un material aglomerante. La zona de las partículas imprimida se aglomera y compacta bajo la influencia del
10 aglomerante y eventualmente de un endurecedor adicional. A continuación se desciende la plataforma en un cilindro de construcción en la medida del grueso de una capa y se provee de una nueva capa de material en forma de partículas, que se imprime igualmente como se describió más arriba. Se repite este paso hasta alcanzar una determinada altura deseada del objeto. A partir de las zonas impresas y consolidadas se obtiene así un objeto tridimensional.

15 El objeto fabricado, como se describió, a partir de material en forma de partículas consolidado está encapsulado después de su acabado en material en forma de partículas suelto y es liberado a continuación de él. Esto tiene lugar por ejemplo por medio de un aspirador. Como remanente quedan después los objetos deseados, que se liberan por cepillado del polvo residual.

20 De manera análoga también trabajan otros procesos de Rapid-Prototyping basados en materiales en polvo, como por ejemplo la sinterización con laser o la sinterización con haz de electrones, en los que también se aplica por capas un material en forma de partículas, que se compacta selectivamente con la ayuda de una fuente física de radiación controlada.

En lo que sigue se agrupan todos estos procedimientos bajo el concepto "procedimientos de impresión tridimensionales" o "procedimientos de impresión 3D".

25 La preparación de un recipiente de construcción con la plataforma de construcción, que pueda ser descendida en sentido vertical, alojada en él, exige, sin embargo, un coste técnico elevado para la hermetización de la pared del recipiente con relación a la plataforma, para impedir, que el material en forma de partículas escape de manera no controlada a través de la rendija entre el borde de la plataforma de construcción y la pared del recipiente, ya que de lo contrario existe el peligro de que la plataforma se agarrote en la pared del recipiente a causa del material
30 granulado en forma de partículas.

Otro inconveniente de la plataforma de construcción, que se puede descender, reside en el aumento continuo del peso a mover sobre la plataforma de construcción a medida, que avanza el proceso de construcción. En especial al aplicar la nueva capa puede ser necesario, que el lecho de polvo se descienda algo más que el grueso de la capa y se eleve después hasta la medida requerida para poder ajustar el grueso de la capa con suficiente exactitud. En un funcionamiento regresivo de esta clase no sólo es necesario superar la totalidad del peso de la capa de polvo
35 incluida la plataforma de construcción, sino también las fuerzas de fricción del lecho de polvo en la pared del recipiente y la fricción de hermetización entre la plataforma de construcción y la pared del recipiente. Esto conduce, en especial en el caso de superficie de construcción grandes y de densidades de vertido grandes del material en forma de partículas, a esfuerzos elevados en las guías y en los accionamientos.

40 En relación con ello se conoce a través de los documentos EP 0 644 809 B1 y DE 10 2006 030 350 A1 el procedimiento de no descender el lecho de partículas con relación a la mesa de trabajo, sino, en lugar de ello, elevar con relación al lecho de partículas el dispositivo de recubrimiento y la cabeza de impresión para la aplicación del material en forma de partículas y del aglomerante.

45 En este caso se sabe, que en un bastidor soporte se disponen por medio de guías lineales un dispositivo de recubrimiento para el material en forma de partículas así como una cabeza de impresión. Las guías lineales se configuran en este caso unidas con una placa de base formando en conjunto una sola pieza. Esto se hace así en especial para lograr una buena distribución de las fuerzas.

50 Además, se conocen la previsión de cuatro ejes Z y la unión entre sí de todos los ejes Z con tirantes de unión en el lado superior y con tirante de unión en el lado inferior. La precisión de fabricación es muy inexacta para las dimensiones necesarias para estos tamaños y el sistema resulta por ello absolutamente sobredefinido estáticamente. Al mismo tiempo es caro y su montaje es difícil.

55 Dado que para estas construcciones se prevén usualmente construcciones soldadas, es preciso, que un cuerpo de eje Z sea repasado en casi todos los lados. Dado, sin embargo, que las exigencias de precisión son muy altas, resulta muy cara una construcción soldada de esta clase y sólo se puede obtener con dificultad. El documento WO 2005/097476 A2 divulga un dispositivo para la impresión 3D, que posee una plataforma de construcción y un bastidor soporte dispuesto alrededor de ella, en el que se disponen un dispositivo de dosificación del material en

forma de partículas y un dispositivo de compactado, siendo desplazable el bastidor soporte en la dirección Z. Sin embargo no se describe ni se aclara el objeto del invento.

5 El documento EP 1 872 928 A1 divulga un dispositivo y un procedimiento para la construcción de un cuerpo estratificado a base de un material en forma de partículas desplazando y ajustando verticalmente para ello paso a paso un dispositivo de dosificación sobre un bastidor, que antes de la aplicación de la capa superior, es desplazado verticalmente hacia arriba el grueso de la capa. En la presente solicitud no se describe ni se aclara el objeto del invento.

10 El documento DE 100 53 741 C1 divulga un dispositivo con plataforma para las piezas desplazable en altura con una unidad de cambio de la plataforma del proceso extraíble. En él no se describe ni se aclara el objeto de la presente solicitud.

El objeto del presente invento es, partiendo de aquí, hacer posible en un dispositivo de la clase expuesta más arriba un desplazamiento exacto del eje Z, que se pueda montar y ajustar fácilmente, del dispositivo de recubrimiento con el material en forma de partículas y de la cabeza de impresión.

Este problema se soluciona con un dispositivo según la reivindicación 1.

15 De acuerdo con el presente invento se describe un dispositivo para la construcción de modelos tridimensionales por medio del procedimiento de impresión 3D, previendo una plataforma de construcción para la aplicación del material de construcción y estando dispuesto un bastidor soporte alrededor de la plataforma de construcción en el que están montados por medio de guías lineales al menos un dispositivo de dosificación del material en forma de partículas y un dispositivo de compactado del material en forma de partículas, siendo desplazable el bastidor soporte en una
20 dirección Z, es decir en una dirección esencialmente perpendicular a la superficie de base de la plataforma de construcción.

Las unidades de desplazamiento son según el presente invento elementos de construcción separados y se pueden disponer en el bastidor soporte independientemente entre sí y su posición y alineación pueden ser ajustadas independientemente entre sí.

25 Como dispositivo de compactado del material en forma de partículas se propone de acuerdo con una forma de ejecución preferida del invento una cabeza de impresión para la dosificación de gotas de líquido. Este líquido da lugar al contactar con el material en forma de partículas al compactado localmente limitado de este. Sin embargo, también se pueden utilizar otros dispositivos de compactado, como por ejemplo sistemas para generar radiaciones ricas en energía, por ejemplo laser, que dan igualmente lugar a un compactado localmente limitado del material en
30 forma de partículas en el punto de incidencia.

El bastidor soporte posee con preferencia, visto en planta, una forma esencialmente rectangular. Esto puede ser ventajoso, ya que los sistemas de impresión 3D con cabezas de impresión con forma manifiestamente lineal poseen una mayor velocidad de impresión de superficies, cuando la superficie a imprimir es rectangular y la cabeza de impresión imprime según el lado largo. Además, con el ancho aumenta la dificultad para separar manualmente del
35 cuerpo de construcción el material en forma de partículas no aglomerado. Por ello también es aconsejable, que bajo este aspecto se limite el ancho a un tamaño manejable. Como tamaño conveniente se puede indicar un margen de 1 a 2 m. En este caso todavía es posible eliminar manualmente el material en forma de partículas suelto con medios auxiliares sencillos. Son posible dimensiones más grandes, pero entonces exigen medios auxiliares más costosos, como por ejemplo puentes transitables o sistema de limpieza controlados con máquinas.

40 Los puntos de suspensión del bastidor soporte en las unidades de desplazamiento no se disponen en este caso con preferencia en las esquinas. Con un dimensionado grande del bastidor soporte puede ser ventajoso prever puntos de suspensión adicionales.

Se comprobó, que con la suspensión del bastidor soporte en dos puntos de suspensión dispuestos en el lado largo del rectángulo se pueden obtener una elevada rigidez y estabilidad contra oscilaciones.

45 La posición y la orientación de las unidades de desplazamiento pueden ser ajustadas en este caso independientemente entre sí y con especial preferencia cada unidad de desplazamiento está acoplada con el bastidor soporte en un punto de suspensión y puede ser desplazada por separado en la dirección Z.

Además, puede ser ventajoso, que al menos dos unidades de desplazamiento verticales estén unidas por medio de un dispositivo soporte. El dispositivo soporte puede ser en este caso eventualmente deformable elásticamente.

50 En este caso se puede prever, que cada dispositivo soporte y/o cada unidad de desplazamiento vertical posea al menos tres patas ajustables verticalmente.

El dispositivo puede ser configurado en este caso sin una cimentación separada, ya que tiene lugar una transmisión óptima de las fuerzas al suelo. Esto se realiza por ejemplo con una unión firme del eje Z con el suelo por medio de patas ajustables en las direcciones X, Y, Z.

ES 2 525 749 T3

En este caso designa Z la dirección vertical, X la dirección horizontal del lado largo del rectángulo e Y designa correspondientemente el lado corto del bastidor soporte.

5 De acuerdo con el invento se establecen pocos requerimientos del suelo. Debe poder absorber con seguridad el peso de la máquina sin deformarse mucho. La planicidad y la calidad de la superficie no exigen requerimientos especiales. Un suelo de hormigón de la nave según el estado de la técnica es suficiente para la aplicación.

Los puntos de suspensión son, de acuerdo con una forma de ejecución preferida del presente invento, los puntos Bessel del bastidor soporte. Con una configuración de esta clase se obtiene el pandeo estático más pequeño del bastidor soporte.

10 Para lograr una gran exactitud y una gran robustez con un peso reducido se construye el bastidor soporte con preferencia con perfiles rectangulares de acero. También son posibles sin merma de la función otras formas de construcción y otros materiales, como por ejemplo materiales compuestos de fibras.

Como ya se expuso, cada punto de suspensión es con preferencia desplazable por separado en la dirección Z por medio de una unidad de desplazamiento.

15 Una unidad de desplazamiento vertical de esta clase es por ejemplo una unidad lineal, que posee con preferencia un accionamiento lineal, un motor de accionamiento y una guía lineal.

Para garantizar un desplazamiento lo más uniforme posible de las unidades de desplazamiento verticales se acoplan entre sí los motores de accionamiento, según una configuración preferida del invento, por medio de un sistema electrónico Gantry.

20 Cada unidad de desplazamiento vertical se aloja, de acuerdo con otra forma de ejecución preferida en un bastidor de eje libre propio. De esta manera se puede obtener una construcción modular de la totalidad del dispositivo. Las unidades de desplazamiento verticales pueden ser sustituidas en este caso de manera ventajosa sin problemas e independientemente entre sí.

25 Para obtener una gran exactitud y una elevada robustez con un peso reducido se construye con preferencia la estructura soporte de cada unidad de desplazamiento vertical con placas de metal ligero., que se unen con espigas y/o con tornillos. Esto tiene la ventaja de que la estructura tridimensional se crea con superficies planas relativamente sencillas y mecanizables en una sola posición.

En este caso no se produce una deformación por soldadura o por mecanizaciones posteriores, con lo que se evita el mecanizado después del montaje.

30 Esta ventaja se manifiesta en especial con dimensiones grandes del dispositivo y al mismo tiempo da lugar a un ahorro manifiesto de los costes frente a las construcciones soldadas de acero.

Además, también cabría imaginar, que en lugar de las placas de metal ligero se utilicen otros materiales, como por ejemplo materiales compuestos de fibras o placas Sandwich de materiales compuestos de fibras. En lugar de las uniones con tornillos sería igualmente posible, que se recurriera a otros procedimientos de unión sin deformaciones, como por ejemplo el encolado o remachado.

35 Para absorber las fuerzas, los momentos y las oscilaciones grandes debidas al proceso se disponen las placas, de acuerdo con otra forma de ejecución preferida con un contorno optimizado y eventualmente en la dirección correspondiente.

Con ello se puede optimizar cada unidad de desplazamiento vertical desde el punto de vista del peso y de la carga.

Como otra ventaja frente a las uniones soldadas es posible sustituir fácilmente determinadas placas.

40 Una unidad de desplazamiento vertical de esta clase construida con placas de metal ligero en un dispositivo según el presente invento es barata y fácilmente disponible.

45 Otra característica del dispositivo según el invento es el apoyo tridimensional definido estáticamente del bastidor soporte con relación a las unidades de desplazamiento verticales. En especial en el caso de las dimensiones grandes deseadas se pueden producir en el caso desfavorable en los puntos de apoyo fuerzas enormes con un apoyo no definido, por ejemplo debidas a una influencia de la temperatura o de un ajuste no correcto, que pueden dar lugar a la deformación y en el peor de los casos al fallo de la estructura.

De acuerdo con el presente invento puede ser por ello además ventajoso, que el bastidor soporte se acople con las unidades de desplazamiento vertical a través de espárragos de apoyo y de cojinetes de bola de articulación.

50 Con preferencia se puede prever, además, que el acoplamiento de los espárragos de apoyo con los cojinetes de bolas de articulación sea suelto, al menos en parte.

Así por ejemplo, sería ventajoso, que en el bastidor soporte se dispondrán cojinetes de bolas de articulación, que alojen los espárragos. El par de espárragos de apoyo apoyaría en un lado de manera suelta en la dirección Y en el cojinete de articulación.

5 Dos taladros enfrentados para los cojinetes de articulación se pueden practicar en el bastidor soporte, por ejemplo, como orificios alargados en la dirección X. El cojinete de articulación con los espárragos se puede desplazar en la dirección X dando lugar a un apoyo suelto del bastidor soporte en la dirección X.

Si el bastidor, respectivamente el sistema de ejes Z se dilata en la dirección X o en la dirección Y, la variación es absorbida por los cojinetes sueltos. Si las dilataciones son desiguales, los cojinetes de articulación compensan los errores angulares adicionales.

10 Si los diferentes ejes Z se desplazan de manera desigual, los grandes momentos de palanca debidos al tamaño de construcción también son absorbidos por los grados de libertad de las suspensiones.

La articulación y el apoyo suelto compensan, además, los errores de desplazamiento paralelo, los errores angulares y los errores de longitud en las direcciones X e Y de los pares de ejes Z enfrentados. Estos errores pueden surgir por ejemplo durante el montaje y/o la construcción.

15 Además, con un dispositivo según el invento se simplifica el montaje del sistema, ya que el bastidor soporte todavía no tiene que estar alineado exactamente.

Con una unión firme entre los ejes Z y el bastidor soporte se podría dañar, respectivamente destruir ya durante el montaje la unión debido a las relaciones de palanca.

20 Además, de acuerdo con una ejecución según el invento sólo es necesario para cada eje Z u n sólo espárrago, que tiene que ser fijado con un solo tornillo. Esto ahorra tiempo y costes en la construcción y el montaje. El bastidor soporte se convierte con ello nuevamente en un módulo, que puede ser sustituido con facilidad.

La exactitud y la rigidez del bastidor soporte pueden ser optimizadas adicionalmente con la utilización de placas extremadamente precisas adaptadas por medio de su contorno y de su orientación de manera óptima a los esfuerzos.

25 Un dispositivo según el presente invento puede ser realizado como construcción modular con unos pocos módulos independientes e idénticos, que se pueden orientar con independencia de manera óptima. Las variaciones geométricas generadas por calor, fabricación, montaje y errores de desplazamiento en la dirección Z se pueden compensar de la manera más sencilla con la suspensión articulada y el apoyo suelto según el presente invento.

30 Para una aclaración más detallada se describirá el presente invento en lo que sigue por medio de ejemplos de ejecución preferidos y haciendo referencia al dibujo.

El dibujo muestran:

La figura 1a, en una vista lateral, un bastidor soporte de un dispositivo según el invento de acuerdo con una forma de ejecución preferida;

la figura 1b, una vista en planta del bastidor soporte de la figura 1a;

35 la figura 2, una representación tridimensional de un dispositivo según el invento preferido;

las figuras 3a) a d), diferentes representaciones de los cuerpos de eje y del bastidor del suelo de una forma de ejecución preferida del presente invento;

la figura 4, en una vista en planta, un modelo de un bastidor soporte para la definición de los restantes grados de libertad según una forma de ejecución preferida del invento;

40 la figura 5, en una vista tridimensional, un modelo de un dispositivo según el invento según una forma de ejecución preferida para la definición de los restantes grados de libertad;

las figuras 6a) y b), una forma de ejecución preferida del dispositivo según el invento, con tres unidades de desplazamiento verticales por lado; y

45 las figuras 7a) y b), otra forma de ejecución preferida del dispositivo según el invento, con cuatro unidades de desplazamiento verticales por lado, repartidas en dos módulos.

Como se desprende de las figuras, se prepara de acuerdo con la forma de ejecución preferida representada del presente invento para un dispositivo para la construcción de modelos tridimensionales un bastidor 1 soporte rectangular con perfiles huecos rectangulares, que soporta las unidades 2 de desplazamiento en la dirección X. Estas unidades 2 de desplazamiento mueven el dispositivo 3 de recubrimiento y la cabeza 4 de impresión. Esto se

representa por ejemplo en las figuras 1 y 2. El bastidor 1 soporte soporta, además, toda la periferia para la impresión, respectivamente el recubrimiento con material en forma de partículas.

5 Un bastidor soporte según el invento, como el representado en la figura 1, podría poseer por ejemplo las dimensiones (longitud x ancho) de 5 m x 3 m. Equipado con todos los elementos podría poseer el bastidor un peso de tres toneladas por ejemplo.

El bastidor soporte rodea una zona, llamada campo de construcción, en la que se crea el objeto tridimensional. Durante el proceso de construcción es preciso, que la totalidad del bastidor 1 soporte incluida la periferia, se posiciona exactamente en la dirección vertical.

10 El concepto periferia abarca aquí la cabeza 3 de impresión, el dispositivo 4 de recubrimiento y todos los componentes necesarios para el funcionamiento.

El bastidor 1 soporte es suspendido, como se representa en las figuras 1, 2 y 3, exteriormente en los lados largos en cuatro puntos (dos por cada lado).

15 Los puntos 6 de suspensión del bastidor 1 soporte se hallan de acuerdo con la forma de ejecución preferida representada en los puntos Bessel de él. Con ello se puede obtener la flexión estática más pequeña posible del bastidor 1 soporte.

Cada punto 6 de suspensión es desplazado en la dirección vertical por una unidad lineal individual. Una unidad de desplazamiento vertical se compone de un accionamiento lineal, en este caso por ejemplo un husillo roscado y de una guía lineal, un motor 8 de accionamiento y de un armazón 9 de eje.

20 Para que cada unidad de desplazamiento vertical se desplace el mismo camino se acoplan entre sí los cuatro motores 8 de accionamiento en un sistema electrónico Gantry.

Con una construcción de esta clase del dispositivo según el invento se obtiene una forma modular de construcción. De acuerdo con la forma de ejecución preferida representada se puede sustituir en este caso cada unidad de desplazamiento vertical sin problemas e independientemente de las otras.

25 Para obtener una elevada precisión con un peso reducido, una robustez grande y la renuncia a uniones soldadas insolubles, se compone el armazón 9 de eje según la forma de ejecución preferida representada de placas de metal ligero planas, fresadas y autorrígidas.

Para obtener la precisión exigida se unen las diferentes placas mecanizadas con espigas y tornillos.

Para absorber las fuerzas, los momentos y las oscilaciones debidas al proceso se disponen las placas con contorno optimizado en las correspondientes direcciones.

30 El mecanizado de las diferentes placas es muy sencillo, ya que todos los puntos son fácilmente accesibles y se pueden mecanizar en una posición de fijación. Se excluye la deformación por soldadura o mecanización ulterior, ya que no es necesario un acabado después del montaje.

35 De acuerdo con la forma de ejecución preferida representada se optimiza cada cuerpo 9 de armazón de eje desde el punto de vista del peso y de los esfuerzos, las placas de metal ligero pueden ser sustituidas con facilidad y se elimina la alineación final de la construcción. La construcción con placas es por ello barata y fácilmente realizable.

De acuerdo con la forma de ejecución representada en especial en las figuras 2 y 3 un cuerpo 9 de eje se compone de cinco placas planas.

40 Una placa 15 de guía soporta en este caso la unidad lineal en la dirección Z. Está orientada en la dirección X para obtener un estado de tensiones plano óptimo, cuando actúen las fuerzas de aceleración del dispositivo de recubrimiento y de la cabeza de impresión.

Dos placas 16 paralelas dispuestas perpendicularmente sobre la placa 15 de guía absorben las fuerzas en la dirección Y. La placa 15 de guía y las placas 16 de apoyo están unidas con la placa 17 de base. Todas ellas soportan una placa 18 soporte de la que pende el husillo 19 de guía. La transmisión de las fuerzas tiene lugar aquí a través de un husillo de manera suspendida.

45 Para la alineación se unen con tornillos dos cuerpos de eje Z, respectivamente armazones 9 de eje en un lado con un bastidor bidimensional de soldadura, un armazón 7 de suelo. Las superficies de unión del armazón de soldadura se repasan e una operación. Con ello se crean condiciones favorables para la alineación de las unidades de desplazamiento verticales.

50 Cada elemento formado por unidades de desplazamiento verticales, respectivamente dos armazones 9 de eje y un armazón 7 de suelo da lugar nuevamente a un módulo independiente, con una construcción idéntica, compacta y fácilmente sustituible. Dos de estos módulos dan lugar, dispuestos enfrentados, a la totalidad del eje Z del dispositivo.

Este elemento compuesto se ancla en el suelo con patas 10 ajustables en las direcciones X, Y y Z, como se representa en la figura 3. Con ello se obtiene una estabilidad máxima con buenas posibilidades de ajuste.

5 Para obtener una posibilidad de ajuste completa de cada una de las unidades de desplazamiento en el eje Z se disponen las patas 10 de tal modo debajo de cada cuerpo de eje Z, que se pueda ajustar de manera óptima el ángulo, que forman con el suelo. Para ello se desplazan las diferentes patas de manera distinta en la dirección Z.

Se acepta una pequeña deformación elástica del almacén de suelo durante la alineación, ya que no varía la rigidez total.

10 La capacidad de ajuste desempeña un papel importante, ya que los más pequeños errores de fabricación del almacén 7 de suelo se manifiestan en las unidades de desplazamiento verticales, que se extienden a gran altura, en forma de variaciones grandes de la posición.

Si las unidades 9 de desplazamiento verticales no son suficientemente paralelas en todas las direcciones a pesar del ajuste, se someten las unidades lineales Z y el acoplamiento del bastidor 1 soporte a fuerzas forzosas, respectivamente son destruidas si no se tomaron precauciones especiales al diseñar las guías.

15 El dispositivo se configura para ello ventajosamente de tal modo, que apoye de manera definida estáticamente. Esto se puede realizar con la ayuda de la ecuación de Grübler, que dice:

$$F = B \cdot (n-1-g) + \sum b_i + \sum s_i.$$

En ella significan:

F : grado de libertad

B : tipo de movimiento (B = 6 para disposiciones tridimensionales)

20 G : cantidad de articulaciones

b_i: movilidad de la articulación i

s_i: dimensiones especiales aplicadas

n : cantidad de elementos

25 Si se analiza el apoyo del bastidor 1 soporte con la ecuación expuesta más arriba sin tener en cuenta la movilidad vertical, se puede hallar un apoyo definido estáticamente según la figura 4. El bastidor 1 soporte se fija en este caso a cuatro puntos de suspensión fijos por medio de la combinación de cuatro apoyos, por ejemplo cojinetes 11 de bolas de articulación cada uno con tres grados de libertad y cuatro cojinetes giratorios, como por ejemplo los apoyos 12 sueltos cada uno con dos grados de libertad.

30 La cantidad total de los elementos de construcción acoplados en este caso es seis y la cantidad de articulaciones es ocho.

La ecuación de Grübler nos dice entonces:

$$F = 6 \cdot (6-1-8) + (4 \cdot 3 + 4 \cdot 2) = 2$$

Los dos grados de libertad se refieren aquí a la posibilidad de rotación de los elementos 20. La totalidad de la disposición queda con ello definida estáticamente y no requiere dimensiones especiales.

35 Si se analiza el dispositivo teniendo en cuenta las unidades de desplazamiento verticales se obtiene un modelo según la figura 5. Las unidades de desplazamiento verticales se modelan en este caso como apoyos de deslizamiento puros con un grado de libertad. La ecuación de Grübler nos dice entonces:

$$F = 6 \cdot (10-1-12) + (4 \cdot 3 + 4 \cdot 2 + 4) = 4$$

40 Los cuatro grados de libertad se refieren nuevamente a los dos grados de libertad de los elementos 20 así como a la rotación soporte alrededor el eje X y del eje Y.

Tampoco en este caso es necesaria una dimensión especial para ejecutar el apoyo de una manera estáticamente definida. Esto significa, que incluso en el caso de un funcionamiento defectuoso de las unidades de desplazamiento verticales, por ejemplo en forma de un desplazamiento de uno de los ejes con relación al conjunto, el bastidor soporte sigue estando definido estáticamente y no se producen fuerzas forzosas.

45 La realización del modelo de apoyo simplificado puede ser realizada de acuerdo con una forma de ejecución preferida del presente invento uniendo el bastidor 1 soporte por medio de espárragos de apoyo cilíndricos con las unidades de desplazamiento verticales del sistema de ejes Z.

En el bastidor 1 soporte se hallan cojinetes 11 de bolas de articulación, que alojan los espárragos. Además, en un lado del bastidor soporte se alojan los espárragos de apoyo de manera suelta en la dirección Y en sus alojamientos en las unidades de desplazamiento verticales.

5 Dos taladros enfrentados para los cojinetes 11 de articulación se construyen en este caso con preferencia como orificios alargados en la dirección X en el bastidor soporte. El cojinete 11 de articulación con espárrago se puede mover así en la dirección X y se crea un apoyo suelto del bastidor soporte en la dirección X.

Si el bastidor, respectivamente el sistema de ejes Z se dilata ahora en la dirección X o Y, los apoyos sueltos absorben la variación. Si las dilataciones son desiguales, los cojinetes 11 de articulación compensan otros errores angulares.

10 La articulación y el apoyo suelto compensan, además, los errores de desplazamiento paralelo, los errores angulares y los errores de longitud en las direcciones X e Y de los pares de ejes Z enfrentados.

Las causas de estos errores pueden ser atribuidas al montaje y a la fabricación.

También se facilita enormemente el montaje del sistema, ya que el bastidor 1 soporte no tiene que estar alineado exactamente durante el montaje.

15 Con una unión firme entre la unidad 9 de desplazamiento vertical y el bastidor 1 soporte ya se podría dañar, respectivamente destruir esta unión durante el montaje, debido a las enormes relaciones de palanca.

Además, sólo es necesario un solo espárrago por eje Z, que se puede fijar con un solo tornillo. Esto ahorra tiempo y costes de fabricación y de montaje. La unidad 9 de desplazamiento vertical vuelve a ser así nuevamente un módulo fácilmente sustituible.

20 El sistema descrito de acuerdo con una forma de ejecución preferida posee en especial una exactitud y una rigidez grandes, ya que se utilizan placas con las formas más exactas posibles adaptadas con su contorno y orientación de manera óptima a la carga.

25 Con la forma de construcción modular con unos pocos módulos de construcción independientes e idénticos se puede alinear el sistema de manera independiente y con ello óptima. Además, el dispositivo puede ser adaptado con un coste de construcción pequeño a los diferentes requerimientos de los tamaños de construcción. Las figuras 6 y 7 muestran formas de construcción del dispositivo según el invento con paneles de construcción con diferentes longitudes. Las unidades de desplazamiento verticales pueden utilizadas con la misma construcción de la variante original. Sólo con la cantidad y la distribución de los diferentes módulos se tiene en cuenta el mayor peso debido a la mayor longitud del bastidor soporte.

30 Tampoco es necesaria una cimentación, que rebase los requerimientos normales de un entorno de fabricación, ya que la transmisión de las fuerzas al suelo puede tener lugar de manera óptima. Se puede obtener una unión firme del eje Z con el suelo por medio de las patas 10 ajustables en las direcciones X, Y, Z.

35 Las variaciones geométricas debidas a calor, fabricación, montaje y errores de desplazamiento en la dirección Z pueden ser compensadas de una manera muy sencilla con una suspensión articulada y un apoyo suelto según el invento ventajosos.

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

	1	Bastidor soporte
	2	Unidades de desplazamiento en la dirección X
	3	Dispositivo de recubrimiento
5	4	Cabeza de impresión
	6	Puntos de suspensión
	7	Armazón del suelo
	8	Motor de accionamiento
	9	Armazón de eje, unidad de desplazamiento en la dirección Z
10	10	Pata de la máquina
	11	Cojinete de articulación
	12	Apoyo suelto
	15	Placa de guía
	16	Placa de apoyo
15	17	Placa de fondo
	18	Placa soporte
	19	Husillo de guía
	20	Elemento de máquina con grado de libertad de giro

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la construcción de modelos tridimensionales por medio del procedimiento de impresión 3D en el que se prevé una plataforma de construcción para la colocación de material de construcción y se dispone alrededor de la plataforma de construcción un bastidor (1) soporte en el que se montan al menos un dispositivo de dosificación para material en forma de partículas y un dispositivo de compactado para el material en forma de partículas y en el que el bastidor soporte es desplazable en una dirección Z, es decir esencialmente perpendicular a una superficie de base de la plataforma de construcción, por medio de al menos dos unidades de desplazamiento verticales dispuestas en el bastidor (1) soporte, caracterizado porque cada una de las unidades de desplazamiento representa elementos de construcción separados, que pueden ser dispuestos en el bastidor (1) soporte independientemente entre sí y cuya posición y orientación se pueden ajustar independientemente entre sí.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque al menos dos unidades de desplazamiento verticales están unidas entre sí por medio de una estructura soporte.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque la estructura soporte se puede deformar elásticamente.
- 15 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque cada unidad (2, 9) de desplazamiento está acoplada con el bastidor (1) soporte en un punto de suspensión y puede ser desplazada por separado en la dirección Z.
5. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque la estructura soporte y/o cada unidad de desplazamiento vertical posee al menos tres patas ajustables.
- 20 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los puntos de suspensión del bastidor (1) soporte representan puntos de Bessel.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unidad (2, 9) de desplazamiento comprende una unidad lineal, que posee con preferencia un accionamiento lineal, un motor de accionamiento y una guía lineal.
- 25 8. Dispositivo según la reivindicación 7, caracterizado porque los motores de accionamiento están acoplados entre sí por medio de un sistema electrónico Gantry.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las unidades (2, 9) de desplazamiento poseen placas unidas entre sí por medio de espigas y/o tornillos y/o remachado y/o encolado.
- 30 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque las placas poseen un contorno óptimo para absorber fuerzas grandes.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el bastidor (1) soporte está acoplado con las unidades (2, 9) de desplazamiento por medio de espárrago de apoyo y de cojinetes de articulación.

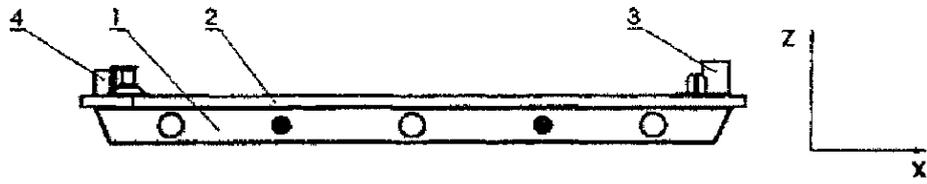


Figura 1a

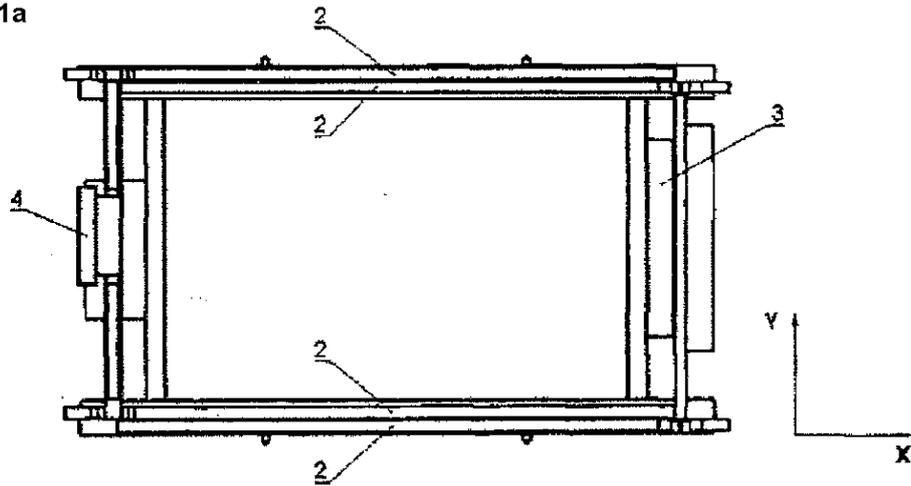
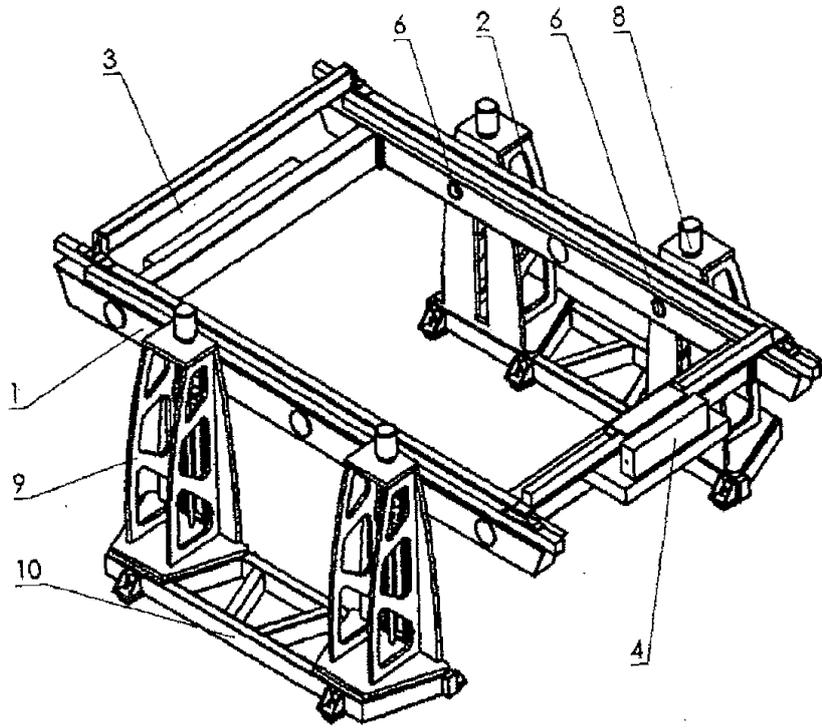


Figura 1b



Figur 2

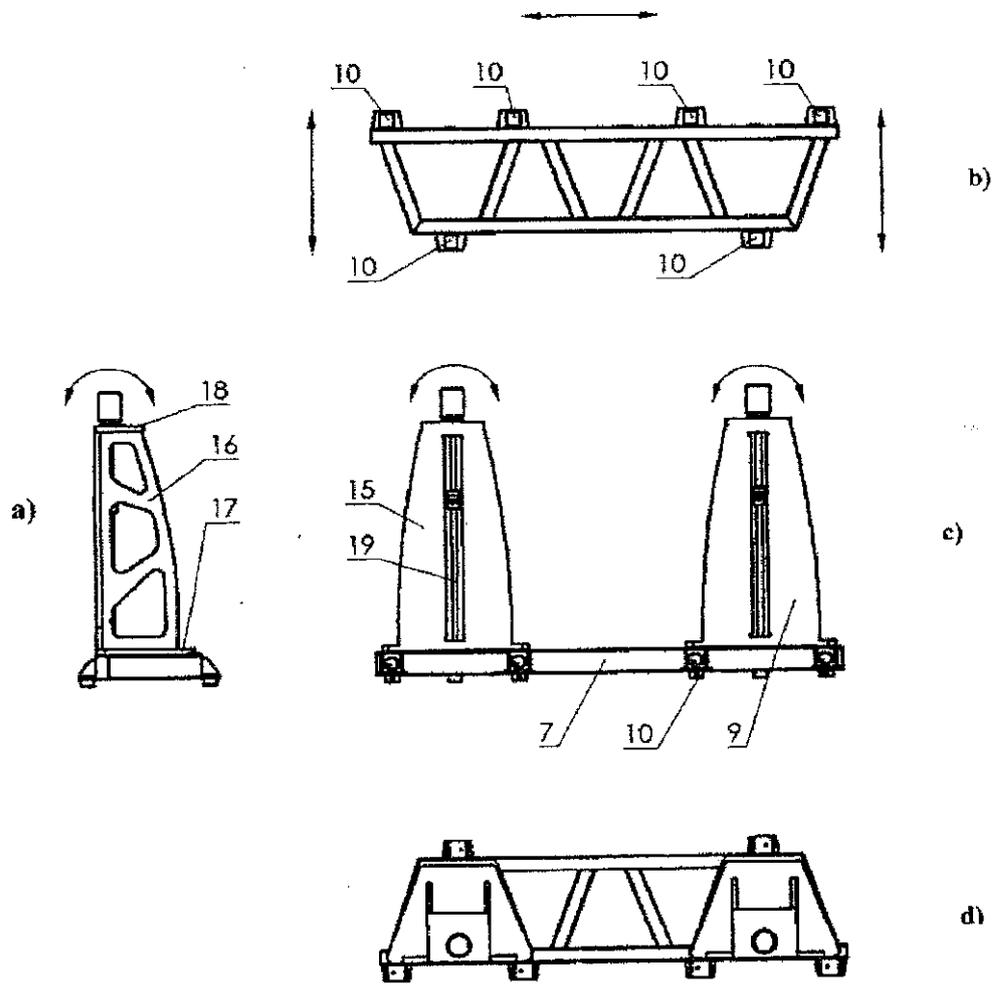


Figura 3

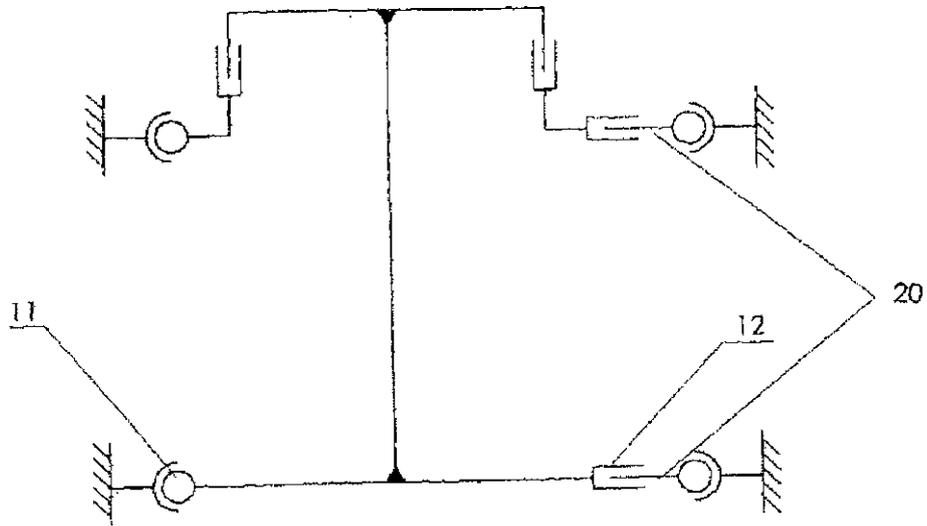


Figura 4

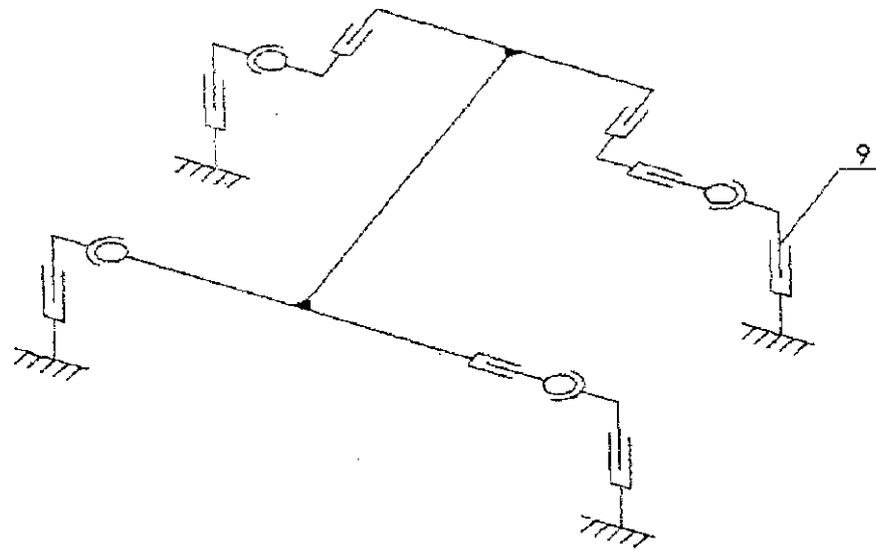


Figura 5

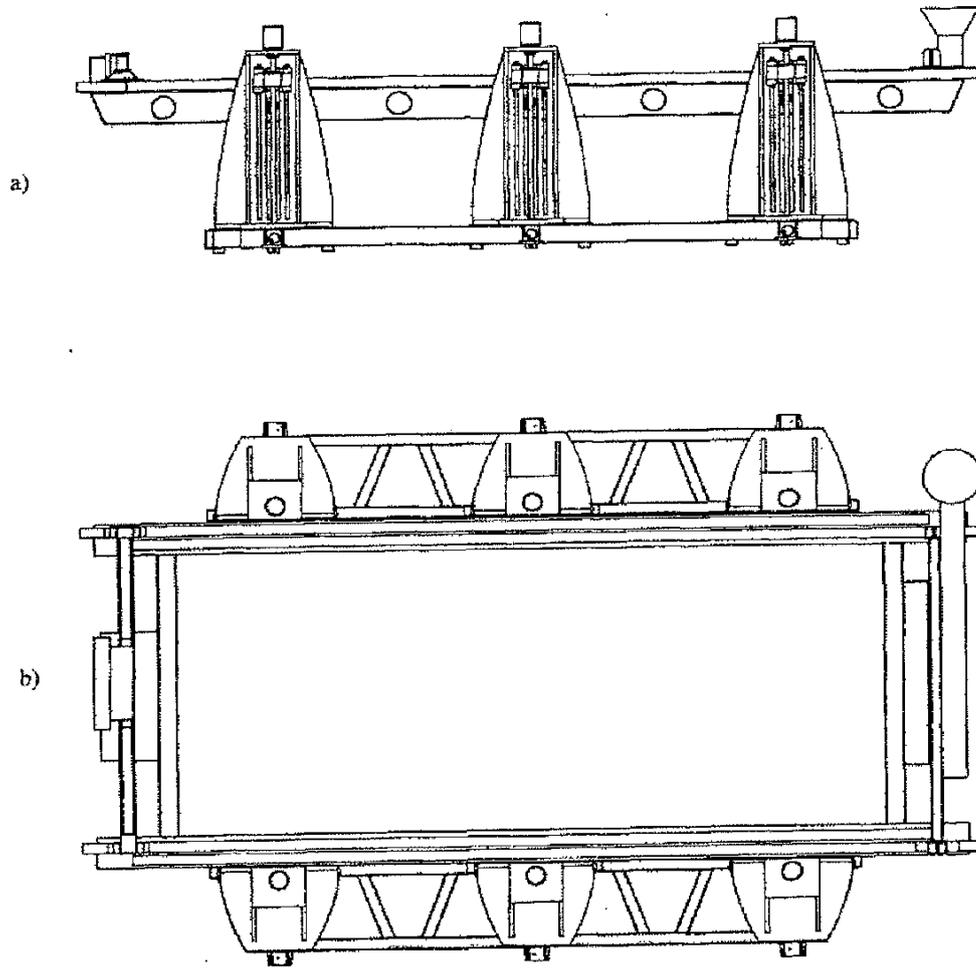


Figura 6

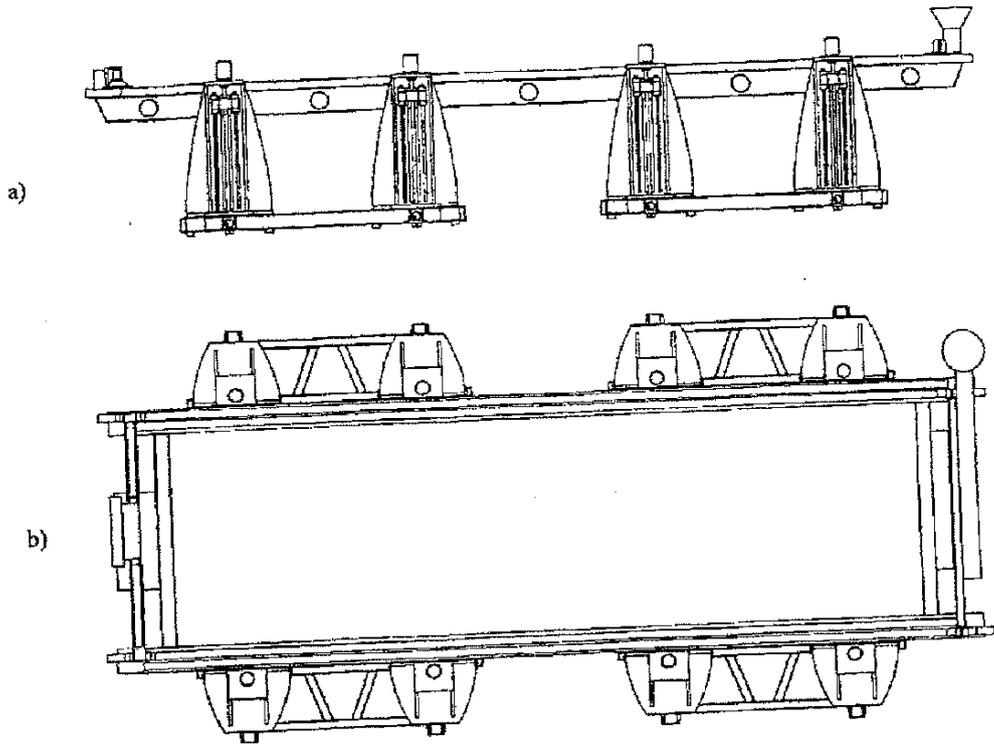


Figura 7