

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 876 230**

51 Int. Cl.:

H02K 49/10 (2006.01)

H02K 41/03 (2006.01)

H02P 25/064 (2006.01)

H02N 15/00 (2006.01)

H02K 16/02 (2006.01)

H01L 21/677 (2006.01)

H01F 7/02 (2006.01)

B65G 54/02 (2006.01)

H02P 6/00 (2006.01)

B65G 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2019** **E 19174621 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.04.2021** **EP 3582376**

54 Título: **Dispositivo transportador con función de seguridad**

30 Prioridad:

13.06.2018 DE 102018209401

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

12.11.2021

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

72 Inventor/es:

FRANGEN, JOACHIM

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 876 230 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 transportador con función de seguridad

La presente invención hace referencia a un dispositivo transportador según la reivindicación 1 y 2, con el cual se posibilita mantener suspendido al menos un cuerpo de transporte solamente mediante fuerzas magnéticas, y mover el mismo de forma controlada. Además, la invención hace referencia a un procedimiento para operar un dispositivo transportador de esa clase, según la reivindicación 8.

Por la solicitud WO 2015/017 933 A1 se conoce un dispositivo transportador correspondiente, en el cual las fuerzas magnéticas son generadas mediante electroimanes. Esto ocasiona grandes pérdidas de energía. Además es muy complejo conseguir la seguridad de funcionamiento requerida del dispositivo de movimiento. Esto exige que el cuerpo de transporte pueda moverse por sí mismo hacia una posición segura en el caso de un fallo de alimentación. En el caso de una operación por encima de la cabeza, los cuerpos de transporte en particular no deben caerse siguiendo el efecto de la gravedad. Por la solicitud DE 10 2014 225 171 A1 se conoce un sistema de protección complejo correspondiente.

En la solicitud de patente alemana con el número de registro 102016224951.7, la parte solicitante ha descrito un dispositivo transportador completamente novedoso, con el cual es posible alcanzar el funcionamiento conocido por la solicitud WO 2015/017 933 A1, solamente mediante la utilización de imanes permanentes. Debido a esto se produce mucho menos calor residual, donde al mismo tiempo pueden mantenerse suspendidas cargas bastante más grandes.

La solicitud US 2008/038020 A1 hace referencia a un dispositivo transportador, en el cual un elemento soporte guiado por rieles puede desplazarse mediante imanes colocados de forma fija en el elemento soporte y mediante imanes colocados de forma móvil en una base. En la solicitud US 2006/214756 A1 se describe la posibilidad de elevar o mover un objeto mediante una variación de la orientación de un imán. La solicitud US 2018/056810 A1 hace referencia a un dispositivo transportador, en el cual un elemento soporte guiado por rieles se desplaza debido a fuerzas magnéticas.

Una ventaja de la presente invención consiste en el hecho de que la seguridad de funcionamiento requerida puede alcanzarse con una complejidad relativamente reducida. Además, al menos un cuerpo de transporte puede mantenerse suspendido solamente mediante fuerzas magnéticas permanentes, donde la respectiva posición, de forma relativa con respecto al estator, puede ajustarse en seis grados de libertad y, ciertamente, en gran medida puede ser cualquiera. A pesar de la utilización exclusiva de imanes permanentes, en contra del teorema de Earnshaw, es posible mantener el cuerpo de transporte suspendido de forma estable.

Según las dos reivindicaciones autónomas 1 y 2, el dispositivo transportador según la invención se diferencia del dispositivo transportador según la reivindicación DE102016224951.7 en el hecho de que una fuerza de retención y/o de fricción del elemento de ajuste está seleccionada tan reducida en el estado sin corriente, que el elemento de ajuste, en el estado sin corriente, se desplaza automáticamente hacia una posición estable bajo la influencia del acoplamiento magnético entre los imanes fijos y los solenoides.

En la posición estable mencionada, siguiendo las leyes de la física, los polos norte magnéticos en el estator se oponen a los polos sur magnéticos en al menos un cuerpo de transporte, o de forma inversa. De ello resultan fuerzas de atracción magnéticas permanentes intensas entre al menos un cuerpo de transporte y el estator, de manera que al menos un cuerpo de transporte es atraído en alto grado desde el estator y se mantiene allí por fricción. De este modo, el mismo ya no puede moverse y, de modo correspondiente, se encuentra en una posición segura.

Los elementos de ajuste preferentemente son motores eléctricos. Los mismos, en el estado sin corriente a menudo presentan un así llamado par de detención que se consigue incluso por fuerzas permanentes y/o ferromagnéticas en el motor eléctrico. En particular, ese par de detención se selecciona reducido en el marco de la invención.

Los elementos de ajuste preferentemente tienen respectivamente un único grado de libertad de movimiento, en particular un grado de libertad de rotación continuo. Los elementos de ajuste preferentemente están equipados con un sistema de control de la posición rotacional. Los ejes de rotación de todos los elementos de ajuste preferentemente están alineados esencialmente de forma paralela, donde los mismos, como máximo, preferentemente están alineados perpendicularmente con respecto a una superficie de transporte plana del estator, orientada hacia al menos un cuerpo de transporte. Los solenoides y/o los imanes fijos preferentemente están dispuestos a modo de una disposición de Halbach, para generar una gran fuerza magnética con una cantidad de material reducida.

- El dispositivo transportador preferentemente comprende una unidad de determinación de posición que está diseñada para medir una posición relativa y/ una orientación de al menos un cuerpo de transporte, relativamente con respecto al estator. Preferentemente, la posición y la orientación de cada uno de los cuerpos de transporte pueden determinarse en seis grados de libertad. La unidad de determinación de posición por ejemplo puede estar diseñada según la solicitud US 6 615 155 B2. Al menos a un cuerpo de transporte, preferentemente a todos los cuerpos de transporte, puede estar asociado un sistema de control de posición, cuya variable real se forma por las posiciones u orientaciones medidas mediante la unidad de determinación de posición, donde su variable de ajuste se forma mediante las posiciones de los elementos de ajuste.
- Se entiende que todo el acoplamiento magnético mencionado en los solenoides, que se encuentran en el área de un cuerpo de transporte asociado, es particularmente intenso, mientras que los solenoides más alejados del cuerpo de transporte presentan un acoplamiento magnético mucho menor.
- Los solenoides y/o los imanes fijos son imanes permanentes, del modo más preferente imanes de neodimio-hierro-boro, que presentan un campo magnético particularmente intenso. En tanto en el marco de la presente solicitud se haga referencia a varios imanes fijos o a varios solenoides, podrían estar comprendidas aquí también disposiciones de imanes permanentes de una pieza, que forman varios dipolos magnéticos. Esas disposiciones de imanes permanentes pueden producirse por ejemplo en un procedimiento de impresión 3D, donde el material correspondiente forma un ligante para partículas magnéticas permanentes.
- Para una mayor claridad, la presente invención se reivindica en dos reivindicaciones 1 y 2 autónomas. En la variante más realizable según la reivindicación 1, que está representada en la figura 1, los solenoides están dispuestos en el estator, donde los imanes fijos están dispuestos en al menos un cuerpo de transporte. En la variable igualmente posible según la reivindicación 2 es de forma inversa. Se entiende que también cualquier forma mixta debe estar contemplada por la protección.
- En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos ventajosos y mejoras de la invención.
- Puede preverse que el elemento de ajuste comprenda un motor eléctrico que, como motor síncrono, esté diseñado con un rotor magnético permanente o, como motor asíncrono, esté diseñado con un rotor en jaula de ardilla. Los motores eléctricos mencionados prácticamente no tienen ningún par de detención en el estado sin corriente. El motor síncrono mencionado se denomina también como motor de corriente continua sin escobillas.
- Puede preverse que un árbol de accionamiento del motor eléctrico esté conectado de forma fija con el solenoide asociado. De este modo, el motor eléctrico y el solenoide asociado no se encuentran en una conexión del accionamiento de rotación mediante un mecanismo de transmisión por engranajes. Un mecanismo de transmisión por engranajes puede causar una fricción elevada o puede ser autoblocante en un caso extremo. Esto sería contrario a la alineación automática de los solenoides según la invención.
- Puede preverse que al menos un cuerpo de transporte y/o el estator presenten respectivamente un acumulador de energía, donde el dispositivo transportador está diseñado de manera que el mismo, desde el acumulador de energía, así como desde los acumuladores de energía, extrae la energía requerida para continuar funcionando, si falla el suministro de energía desde el exterior. El acumulador de energía preferentemente es un acumulador de energía eléctrico, que en particular comprende un acumulador y/o un condensador. El suministro de energía externo se trata preferentemente de un suministro eléctrico de energía. Cabe señalar que el principio básico según la invención alcanza la seguridad de funcionamiento deseada también sin el acumulador de energía. Con los acumuladores de energía, sin embargo, puede lograrse otra mejora de la seguridad de funcionamiento.
- Puede preverse que el estator presente una superficie de transporte cerrada que esté dispuesta entre los solenoides y al menos un cuerpo de transporte. De manera correspondiente, los solenoides están protegidos del acceso por parte del usuario y de la penetración de cuerpos extraños. La superficie de transporte define además una distancia mínima entre los solenoides y los imanes fijos, en donde no puede alcanzarse una distancia inferior a la misma. En consecuencia se evitan fuerzas magnéticas muy elevadas que perjudicarían un movimiento controlado de al menos un cuerpo de transporte, porque el par de rotación de los motores eléctricos no sería suficiente para superar fuerzas magnéticas elevadas de esa clase. La superficie de transporte preferentemente está diseñada plana, donde igualmente son posibles otras formas. La misma preferentemente está formada por al menos una placa de cubierta separada.
- Puede preverse que el dispositivo transportador esté diseñado para transportar al menos un cuerpo de transporte mediante un posicionamiento controlado y/o una orientación de varios solenoides, mediante los elementos de ajuste, relativamente con respecto al estator. A este respecto debe remitirse en particular al sistema de control de posición descrito más adelante, de al menos un cuerpo de transporte.

Además, se encuentra bajo la protección un procedimiento según la reivindicación 8 para operar un dispositivo transportador según la invención según una de las reivindicaciones 1 a 7. Puede preverse que el suministro de energía se monitoree desde el exterior, en cuanto a una falla, donde en el caso de una falla del suministro de energía, al menos un cuerpo de transporte, mediante la utilización de energía desde el acumulador de energía o desde los acumuladores de energía, se coloca de forma controlada sobre el estator, de manera que el mismo ya no continúa moviéndose cuando los elementos de ajuste pasan a un estado sin corriente. Al menos un cuerpo de transporte preferentemente se coloca sobre la superficie de transporte.

Puede preverse que los elementos de ajuste se separen del suministro de corriente mediante la utilización de energía proveniente del acumulador de energía del estator, cuando al menos un cuerpo de transporte se coloca sobre el estator. De este modo, la interrupción del suministro de corriente de los elementos de ajuste sucede de forma controlada. Por consiguiente, se evitan movimientos accidentales de al menos un cuerpo de transporte.

Puede preverse que después de restablecerse el suministro de energía desde el exterior, los elementos de ajuste permanezcan sin corriente hasta que el dispositivo transportador nuevamente se encuentre en condiciones de transportar al menos un cuerpo de transporte de forma controlada, relativamente con respecto al estator, donde a los elementos de ajuste a continuación se les aplica corriente, de manera que al menos un cuerpo de transporte se eleva desde el estator. Al menos un cuerpo de transporte, preferentemente, se eleva perpendicularmente con respecto al estator. Preferentemente se solicita una confirmación del usuario antes de que se aplique corriente a los elementos de ajuste. Por ejemplo, esto tiene lugar mediante un pulsador o una pantalla táctil.

Según la invención, los elementos de ajuste son monitoreados en cuanto a un funcionamiento incorrecto, donde un elemento de ajuste que presenta un funcionamiento incorrecto ya no se activa o se activa de forma constante en el tiempo, donde exclusivamente se considera su posición medida en el marco de un transporte controlado de al menos un cuerpo de transporte. La activación constante mencionada, en el caso de un funcionamiento sin fallas, puede tener como consecuencia opcionalmente una posición constante del elemento de ajuste o una velocidad de ajuste constante del elemento de ajuste. Se entiende que en el caso de un funcionamiento incorrecto no puede predecirse cómo se mueve el elemento de ajuste en el caso de una activación constante. El monitoreo en cuanto a un funcionamiento incorrecto, por ejemplo, tiene lugar debido a que la posición objetivo prevista de un elemento de ajuste se compara con una posición real medida, por ejemplo mediante un codificador rotatorio. Si la diferencia correspondiente supera un valor límite predeterminado, se encuentra presente un funcionamiento incorrecto.

Se entiende que las características antes mencionadas y las que deben explicarse a continuación no sólo pueden utilizarse en la combinación respectivamente indicada, sino también en otras combinaciones o solas, sin abandonar el marco de la presente invención.

A continuación, la invención se explica en detalle mediante los dibujos que se adjuntan. Muestra:

Figura 1 una vista en sección muy esquemática de un dispositivo transportador según la invención.

La figura 1 muestra una vista en sección muy esquemática de un dispositivo transportador 10 según la invención, que está estructurado según la solicitud de patente alemana con el número de registro 102016224951.7. Se remite a todo el contenido de la presente solicitud de patente mencionada y forma parte del contenido de la presente solicitud.

El dispositivo transportador 10 comprende un estator 20 y al menos un cuerpo de transporte 50. En este caso están proporcionados tres cuerpos de transporte 50, donde en gran medida puede utilizarse el número deseado de cuerpos de transporte 50. El estator 20 está compuesto por varios módulos de accionamiento 36, preferentemente idénticos entre sí, que en la vista superior preferentemente están diseñados de forma rectangular, cuadrada o hexagonal, para que puedan colocarse sin espacios en dos direcciones X e Y, unos junto a otros. Se entiende que también puede estar proporcionado sólo un único módulo de accionamiento 36. Los módulos de accionamiento 36 forman una superficie de transporte 23 en común, plana, cerrada, donde cada módulo de accionamiento 36 preferentemente presenta una placa de cubierta 32 separada, que forma la superficie de transporte 23. Las placas de cubierta 32 preferentemente están diseñadas como placas planas con un grosor constante, que están conectadas de forma fija con el resto de la carcasa de un módulo de accionamiento 36, en particular están atornilladas. Los módulos de accionamiento 36 están fijados sobre una plataforma de montaje 39 en común, que por ejemplo está diseñada como una placa plana con un grosor constante.

En el interior de cada módulo de accionamiento 36 están dispuestos varios elementos de ajuste 22 con solenoides 21, que preferentemente están diseñados idénticos entre sí. El elemento de ajuste 22 preferentemente está diseñado como un motor eléctrico 24, donde éste tiene un único grado de libertad de movimiento, a saber, un grado de libertad de rotación continuo. Los ejes de rotación 26 de todos los elementos de ajuste 22 están alineados perpendicularmente con respecto a la superficie de transporte 23, de manera que los elementos de ajuste 22 con los solenoides 21 pueden disponerse unos junto a otros sin problemas en una rejilla bidimensional, donde los

solenoides 21 están dispuestos bien cerca de la superficie de transporte 23. La rejilla mencionada preferentemente está diseñada de modo uniforme, donde también pueden utilizarse rejillas no uniformes. La distancia de todos los solenoides 21 con respecto a la superficie de transporte 23 preferentemente es idéntica. Los motores eléctricos 24 preferentemente están diseñados como motores de corriente continua sin escobillas, de manera que los mismos, en el estado sin corriente, no presentan ningún par de detención, donde su par de fricción igualmente es muy reducido. En el estado sin corriente, los motores eléctricos 24, por consiguiente, rotan automáticamente hacia una posición estable, en la cual se encuentran presentes fuerzas de atracción magnéticas especialmente grandes entre los solenoides 21 y los cuerpos de transporte 50. En consecuencia, los cuerpos de transporte 50, en el estado sin corriente, son atraídos a la superficie de transporte 23 y se mantienen allí por fricción, de modo que los mismos no pueden moverse, o sólo pueden moverse mediante una inversión de fuerza elevada.

Preferentemente, cada motor eléctrico 24 está equipado con un codificador rotatorio, de manera que su posición de rotación puede medirse. A cada motor eléctrico 24 preferentemente está asociado un sistema de control de la posición rotacional separado, que forma parte de la unidad de control 37 de un módulo de accionamiento 36. La unidad de control 37, en este caso, está diseñada como una placa eléctrica que está dispuesta por debajo de los motores eléctricos 24. Los motores eléctricos 24 pueden estar soldados directamente con la placa o pueden estar conectados a la misma mediante conectores o cables cortos. Los motores eléctricos por ejemplo pueden estar realizados de 3 fases, donde a cada fase puede estar asociado un puente H, con el cual puede regularse la corriente correspondiente. El sistema de control de la posición rotacional mencionado compara la posición de rotación objetivo del motor eléctrico 24 correspondiente con la posición de rotación real medida mediante el codificador rotatorio correspondiente, y regula las tres corrientes del motor mediante los puentes H, de manera que la posición de rotación real se aproxime a la posición de rotación objetivo.

La carcasa de cada motor eléctrico 24 está conectada de forma fija con la carcasa del módulo de accionamiento 36 asociado, por ejemplo está atornillada y/o soldada. El árbol de accionamiento 25 de cada motor eléctrico 24 está conectado de forma fija con un solenoide 21 asociado. Todos los solenoides 21 preferentemente están diseñados idénticos entre sí. Los mismos, por ejemplo, están compuestos por imanes individuales en forma de dados o de cubos, que están alojados en un soporte en común, que por ejemplo se compone de plástico. El soporte está conectado directamente de forma fija con el árbol de accionamiento 25. Los imanes individuales están dispuestos paralelamente con respecto a la superficie de transporte, en una hilera, un poco por debajo de la superficie de transporte 23. Su momento dipolar preferentemente está orientado respectivamente de forma paralela o perpendicular con respecto a la superficie de transporte 23. Los momentos dipolares magnéticos mencionados están orientados de modo correspondiente en una disposición Halbach, de manera que por encima de la superficie de transporte 23, en el área de los cuerpos de transporte 50, se produce un campo magnético particularmente intenso. Los imanes individuales preferentemente son imanes permanentes, que del modo más preferente están diseñados como imanes de neodimio-hierro-boro. Los imanes individuales, de modo preferente, respectivamente tienen un campo magnético que, en alguna distancia, con una buena aproximación, corresponde a aquél de un dipolo magnético ideal. Se entiende que los solenoides 21 respectivamente también pueden estar diseñados de una pieza, donde los mismos, del modo antes descrito, están imantados.

Cabe señalar además la unidad de refrigeración 38 opcional, que en este caso está dispuesta por debajo de los motores eléctricos 24 y de la unidad de control 37. En particular en los motores eléctricos antes mencionados se producen pérdidas térmicas que pueden disiparse mediante la unidad de refrigeración 38. La unidad de refrigeración 38 puede estar diseñada en forma de una refrigeración por líquido, donde preferentemente está proporcionada una refrigeración por aire, por ejemplo con ventiladores activos.

Los cuerpos de transporte 50, preferentemente en su lado inferior orientado hacia la superficie de transporte 23, tienen una superficie base 52 plana, que durante el funcionamiento del dispositivo transportador 10 mayormente está dispuesta distanciada paralelamente con respecto a la superficie de transporte 23, donde el cuerpo de transporte 50 se mantiene suspendido allí solamente mediante fuerzas magnéticas. El cuerpo de transporte 50, en este caso, está diseñado en forma de una placa plana con un grosor constante, que en la vista superior por ejemplo presenta un contorno rectangular, cuadrado o circular. En este caso se trata de una forma típica para un soporte de piezas de trabajo, donde el cuerpo de transporte 50 en gran medida puede estar conformado de cualquier modo. El cuerpo de transporte 50 en este caso porta una carga útil 70.

En el área de la superficie base 52 y con una distancia reducida con respecto a la misma, varios imanes fijos 51 están alojados de forma fija en el lugar en el cuerpo de transporte 50. Los mismos igualmente están realizados como imanes permanentes, donde preferentemente se tratan de imanes de hierro-boro-neodimio. Cada imán fijo individual 51 preferentemente tiene un campo magnético que al menos en alguna distancia, con una buena aproximación, corresponde al campo magnético de un dipolo magnético ideal. Los imanes fijos 51 están dispuestos distribuidos sobre toda la superficie base 52 del cuerpo de transporte 50. La distribución precisa de los imanes fijos 51 es más bien secundaria. Tiene prioridad el hecho de que sean conocidas su posición y alineación en el cuerpo de transporte 50, de manera que éstas puedan utilizarse en el marco del cálculo de las fuerzas magnéticas. Con ello, fácilmente, es posible calcular el campo magnético total de un cuerpo de transporte 50. Los momentos dipolares magnéticos de los imanes fijos 51 preferentemente están orientados perpendicularmente o paralelamente con respecto a la

superficie base 52. Los momentos dipolares magnéticos están orientados a modo de una disposición Halbach, de manera que por debajo de la superficie base 52 se produce un campo magnético especialmente intenso.

El dispositivo transportador 10 está equipado además con una unidad de determinación de posición 11, que por ejemplo puede estar diseñada según la solicitud US 6 615 155 B2. Con una unidad de determinación de posición 11 de esa clase es posible determinar la posición de cada cuerpo de transporte 50 relativamente con respecto al estator 20 y, ciertamente, respectivamente en seis grados de libertad. Esa unidad de determinación de posición 11, en este caso, trabaja de forma inductiva. La parte del estator 33 de la unidad de determinación de posición 11 comprende una pluralidad de bobinas de emisión planares, que están dispuestas con una distancia reducida con respecto a la superficie de transporte 23 y paralelamente con respecto a la misma. Las bobinas de emisión están dispuestas en una rejilla bidimensional, sobre toda la superficie de transporte 23. Las mismas están diseñadas tan reducidas que en el área de un cuerpo de transporte 50 están dispuestas al menos tres bobinas de emisión, preferentemente aún más. La parte móvil 69 de la unidad de determinación de posición 11 comprende varias bobinas de recepción, preferentemente al menos tres bobinas de recepción, que están dispuestas de forma fija en el cuerpo de transporte 50.

A las bobinas de emisión, de forma consecutiva, se aplica corriente alterna que induce una tensión en las bobinas de recepción. En base a las corrientes alternas y a las tensiones inducidas puede calcularse la posición de un cuerpo de transporte 50 relativamente con respecto al estator 20. La medición de la tensión inducida es efectuada por una unidad de control 68 en el cuerpo de transporte 50, que preferentemente es abastecida de energía por un acumulador eléctrico de energía 66 local. Entre las unidades de control 68 en los cuerpos de transporte 50 y las unidades de control 37 en los módulos de accionamiento 36 preferentemente existe una conexión de intercambio de datos inalámbrica 43 para que puedan reunirse los valores de medición requeridos para la determinación de la posición y para que el cuerpo de transporte pueda transmitir hacia el estator un número de identificación digital. La posición de un cuerpo de transporte 50 preferentemente se determina con respecto a un sistema de coordenadas 31, cuyos ejes están alineados de forma perpendicular o paralela con respecto a la superficie de transporte 23. Cabe señalar además las interfaces de datos 42 entre los módulos de accionamiento 36 contiguos y la interfaz de datos 41 hacia el exterior.

En base a la posición de un cuerpo de transporte relativamente con respecto al estator y a las posiciones de rotación reales de los motores eléctricos 24 puede calcularse la fuerza magnética que los solenoides ejercen sobre los imanes fijos, donde preferentemente se emplean las fórmulas para la fuerza y el par de rotación entre dos dipolos magnéticos que pueden consultarse en la dirección de Internet https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Magnetisches_Dipolmoment. Mediante la solución de un sistema de ecuaciones no lineal correspondiente, de forma inversa, también puede calcularse qué posiciones de rotación objetivo deben adoptar los motores eléctricos 24 para que una fuerza magnética deseada y un par de rotación del imán deseado tengan un efecto sobre un cuerpo de transporte 50. Para que ese sistema de ecuaciones pueda solucionarse de forma segura, preferentemente al menos seis, como máximo preferentemente al menos nueve solenoides, están dispuestos directamente por debajo de un cuerpo de transporte.

La fuerza magnética mencionada y el par de rotación del imán mencionado preferentemente son las variables de ajuste de un sistema de control de posición de 6 dimensiones de un cuerpo de transporte 50, que por ejemplo se realiza mediante la utilización de controladores PID. De este modo es posible mover un cuerpo de transporte 50 de forma controlada, relativamente con respecto al estator 20, en donde para el sistema de control de posición se predeterminan posiciones objetivo correspondientes del cuerpo de transporte 50. El sistema de control de posición en particular puede mantener suspendido los cuerpos de transporte 50 solamente mediante fuerzas magnéticas, donde el cuerpo de transporte 50 puede regularse en gran medida en cualquier posición. Preferentemente, la superficie base 52 está dispuesta aproximadamente de forma paralela y con una distancia reducida con respecto a la superficie de transporte 23, para que se produzcan fuerzas magnéticas intensas. Las fuerzas magnéticas son tan intensas que es posible con facilidad orientar la superficie de transporte 23 relativamente con respecto a la gravedad, en cualquier dirección. Aun cuando el estator 20, con respecto a la gravedad, esté dispuesto por encima o junto a los cuerpos de transporte 50, los cuerpos de transporte 50 pueden mantenerse suspendidos. En consecuencia, tampoco es necesario obligatoriamente realizar plana la superficie de transporte 23; más bien, la misma puede tener cualquier desarrollo curvado en el espacio. Los radios de curvatura correspondientes preferentemente están seleccionados con una dimensión tal, que los cuerpos de transporte 50 puedan seguir la superficie de transporte 23 con una distancia que posibilite la regulación de fuerzas magnéticas que sean suficientemente grandes para mantener suspendidos los cuerpos de transporte 50.

Símbolos de referencia

10 Dispositivo transportador

11 Unidad de determinación de posición

- 20 Estator
- 21 Solenoide
- 22 Elemento de ajuste
- 23 Superficie de transporte
- 5 24 Motor eléctrico
- 25 Árbol de accionamiento del motor eléctrico
- 26 Eje de rotación del elemento de ajuste
- 27 Suministro de energía desde el exterior
- 28 Acumulador de energía del estator
- 10 31 Sistema de coordenadas
- 32 Placa de cubierta del estator
- 33 Parte del estator de la unidad de determinación de posición
- 36 Módulo de accionamiento del estator
- 37 Unidad de control - módulo de accionamiento
- 15 38 Unidad de refrigeración - módulo de accionamiento
- 39 Plataforma de montaje - módulos de accionamiento
- 41 Interfaz de datos hacia el exterior
- 42 Interfaz de datos hacia el módulo vecino
- 43 Conexión de intercambio de datos inalámbrica
- 20 50 Cuerpo de transporte
- 51 Imán fijo
- 52 Superficie base del cuerpo de transporte
- 66 Acumulador de energía de un cuerpo de transporte
- 68 Unidad de control del cuerpo de transporte
- 25 69 Parte móvil de la unidad de determinación de posición
- 70 Carga útil

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo transportador (10) con un estator (20) y al menos un cuerpo de transporte (50), donde el dispositivo transportador (10) está diseñado para transportar al menos un cuerpo de transporte (50) de forma controlada, relativamente con respecto al estator (20), donde:

- 5 - el estator (20) presenta varios solenoides (21) dispuestos de forma móvil, realizados como imanes permanentes, de los cuales cada uno, respectivamente mediante un elemento de ajuste (22), está conectado al estator (20), el cual está diseñado para modificar de forma controlada una posición y/o una orientación del solenoide (21) conectado al mismo, relativamente con respecto al estator (20);
- 10 - al menos un cuerpo de transporte (50) presenta al menos dos imanes fijos (51), realizados como imanes permanentes, que están conectados al cuerpo de transporte (50), de manera que al menos dos imanes fijos (51) no pueden desplazarse relativamente con respecto al cuerpo de transporte (50);
- 15 - el estator (20) y al menos un cuerpo de transporte (50) están acoplados magnéticamente mediante al menos dos imanes fijos (51) y varios solenoides (21), donde el cuerpo de transporte (50) puede mantenerse suspendido solamente mediante fuerzas magnéticas permanentes de los solenoides y de los imanes fijos, donde la posición del cuerpo de transporte, relativamente con respecto al estator, puede regularse en seis grados de libertad; y
- 20 - los elementos de ajuste (22) pueden regularse mediante corriente eléctrica, donde una fuerza de retención y/o de fricción de cada uno de los elementos de ajuste (22) está seleccionada tan reducida en el estado sin corriente, que el elemento de ajuste (22), en el estado sin corriente, se desplaza automáticamente hacia una posición estable bajo la influencia del acoplamiento magnético entre los imanes fijos (51) y los solenoides (21).

2. Dispositivo transportador (10) con un estator (20) y al menos un cuerpo de transporte (50), donde el dispositivo transportador está diseñado para transportar al menos un cuerpo de transporte de forma controlada, relativamente con respecto al estator, donde:

- 25 - al menos un cuerpo de transporte presenta varios solenoides (21) dispuestos de forma móvil, realizados como imanes permanentes, de los cuales cada uno, respectivamente mediante un elemento de ajuste (22), está conectado al cuerpo de transporte, el cual está diseñado para modificar de forma controlada una posición y/o una orientación del solenoide conectado al mismo, relativamente con respecto al cuerpo de transporte;
- 30 - el estator presenta al menos dos imanes fijos (51), realizados como imanes permanentes, que están conectados al estator, de manera que al menos dos imanes fijos no pueden desplazarse relativamente con respecto al estator;
- 35 - al menos un cuerpo de transporte y el estator están acoplados magnéticamente mediante al menos dos imanes fijos y varios solenoides, donde el cuerpo de transporte (50) puede mantenerse suspendido solamente mediante fuerzas magnéticas permanentes de los solenoides y de los imanes fijos, donde la posición del cuerpo de transporte relativamente con respecto al estator puede regularse en seis grados de libertad; y
- 40 - los elementos de ajuste (22) pueden regularse mediante corriente eléctrica, donde una fuerza de retención y/o de fricción de cada uno de los elementos de ajuste está seleccionada tan reducida en el estado sin corriente, que el elemento de ajuste, en el estado sin corriente, se desplaza automáticamente hacia una posición estable bajo la influencia del acoplamiento magnético entre los imanes fijos y los solenoides.

3. Dispositivo transportador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el elemento de ajuste (22) comprende un motor eléctrico (24) que, como motor síncrono, está diseñado con un rotor magnético permanente o, como motor asíncrono, está diseñado con un rotor en jaula de ardilla.

- 45 4. Dispositivo transportador según la reivindicación 3, donde un árbol de accionamiento (25) del motor eléctrico (24) está conectado de forma fija con el solenoide (21) asociado.

5. Dispositivo transportador según una de las reivindicaciones precedentes, donde al menos un cuerpo de transporte (50) y/o el estator (20) presentan respectivamente un acumulador de energía (28; 66), donde el dispositivo transportador (10) presenta un suministro de energía externo (27) y está diseñado de manera que el mismo extrae

del acumulador de energía o de los acumuladores de energía (28; 66) la energía requerida para continuar funcionando, cuando falla el suministro de energía (27) desde el exterior.

5 6. Dispositivo transportador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el estator (20) presenta una superficie de transporte cerrada (23) que está dispuesta entre los solenoides (21) y al menos un cuerpo de transporte (50).

7. Dispositivo transportador según una de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo transportador (10) está diseñado para transportar al menos un cuerpo de transporte (50) mediante un posicionamiento controlado y/o una orientación de varios solenoides (21), mediante los elementos de ajuste (22), relativamente con respecto al estator (100).

10 8. Procedimiento para operar un dispositivo transportador según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los elementos de ajuste (22) son monitoreados en cuanto a un funcionamiento incorrecto, donde un elemento de ajuste (22) que presenta un funcionamiento incorrecto ya no se activa o se activa de forma constante en el tiempo, donde exclusivamente se considera su posición medida en el marco de un transporte controlado de al menos un cuerpo de transporte (50).

15 9. Procedimiento para operar un dispositivo transportador según la reivindicación 8, cuando depende de la reivindicación 5, donde el suministro de energía (27) se monitorea desde el exterior, en cuanto a una falla, donde en el caso de una falla del suministro de energía (27), al menos un cuerpo de transporte (50), mediante la utilización de energía desde el acumulador de energía o desde los acumuladores de energía (28; 66), se coloca de forma controlada sobre el estator (20), de manera que el mismo ya no continúa moviéndose cuando los elementos de
20 ajuste (22) pasan a un estado sin corriente.

10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde los elementos de ajuste (22) se separan de un suministro de corriente mediante la utilización de energía desde el acumulador de energía (28) del estator (20), cuando al menos un cuerpo de transporte (50) se coloca sobre el estator (20), de manera que una interrupción del suministro de energía de los elementos de ajuste, por lo tanto, tiene lugar de forma controlada y, por consiguiente, se evitan
25 movimientos accidentales de al menos un cuerpo de transporte.

11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, donde después de restablecerse el suministro de energía (27) desde el exterior, los elementos de ajuste (22) permanecen sin corriente hasta que el dispositivo transportador (10) nuevamente se encuentre en condiciones de transportar al menos un cuerpo de transporte (50) de forma controlada, relativamente con respecto al estator (20), donde a los elementos de ajuste (22) a continuación se les aplica
30 corriente, de manera que al menos un cuerpo de transporte (50) se eleva desde el estator (20).

Fig. 1

