

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 707 592**

51 Int. Cl.:

C21C 5/52	(2006.01)
B66C 13/16	(2006.01)
F27D 11/10	(2006.01)
H05B 7/10	(2006.01)
G01G 3/14	(2006.01)
F27D 19/00	(2006.01)
F27D 11/00	(2006.01)
G01G 19/14	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2013 PCT/EP2013/060519**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186022**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2013 E 13725610 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2859126**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar el consumo de material de electrodo durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico**

30 Prioridad:

11.06.2012 DE 102012209733

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

04.04.2019

73 Titular/es:

**SHOWA DENKO CARBON GERMANY GMBH
(100.0%)
Werner-von-Siemens-Strasse 18
86405 Meitingen, DE**

72 Inventor/es:

**WERNER, FRANZ-XAVER;
FISCHER, STEFAN y
CHRIST, MARTIN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 707 592 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).

DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo para determinar el consumo de material de electrodo durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para la determinación del consumo de material de electrodo durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico para la generación de acero.

10 Los hornos eléctricos y, en particular, los hornos de arco eléctrico, se emplean, entre otras cosas, para el calentamiento y fundición de un material de aplicación, que puede contener, en particular, acero u otros metales y diferentes sustancias adicionales. En este caso, encuentran aplicación hornos de arco eléctrico, en particular, en la generación y recuperación de acero o de otros metales a través de la fundición de material usado, en particular metales usados, como por ejemplo chatarra de acero.

15 En un horno de arco eléctrico se aplica una tensión eléctrica entre al menos una sección de electrodo y el material de aplicación que se encuentra en el horno de arco eléctrico, que está en contacto eléctrico con un electrodo de fondo del horno de arco eléctrico. A través de la tensión eléctrica aplicada se genera entre la punta de la sección de electrodo, que está dirigida hacia el material de aplicación, y el material de aplicación un arco eléctrico, de manera que la energía térmica generada a través del arco eléctrico, en particular a través de radiación y conducción de calor, se transmite sobre el material de aplicación. De esta manera se puede calentar el material de aplicación a temperaturas por encima de una temperatura de fundición, por ejemplo a temperaturas en el intervalo de aproximadamente 1800 °C y de esta manera se puede fundir. Para la extracción del material fundido obtenido desde el horno eléctrico, se realiza una piqueta, después de lo cual se realiza una nueva carga o llenado del horno de arco eléctrico con material de aplicación.

20 Una sección de electrodo está compuesta típicamente por varios electrodos fabricados de un material que contiene grafito, que están conectados entre sí por medio de piezas de unión dispuestas en sus extremos, que se designan como boquillas roscadas y están enroscadas en cavidades correspondientes en los extremos de los electrodos. Durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico, los electrodos, en los que se genera el arco eléctrico, están expuestos a cargas eléctricas así como térmicas extremas, por lo que éstos están expuestos a un desgaste o bien combustión considerable, en particular en su extremo inferior, que está dirigido hacia el material de aplicación. Por este motivo, no se emplean en tales hornos normalmente electrodos individuales, sino secciones de electrodos que están fijadas en un brazo de soporte y se desplazan durante el funcionamiento del horno en el horno de manera sucesiva hacia abajo, para compensar el acortamiento de la sección de electrodos que se produce como consecuencia del desgaste de los electrodos y de esta manera mantienen constante la distancia entre el extremo inferior de la sección de electrodo y la superficie del material de aplicación. Por una sección de electrodo no sólo se entiende, por lo tanto, una sección de electrodo compuesta por varios electrodos, sino también una sección de electrodo, que ya está con sumida o bien quemada en gran medida, de manera que comprende sólo todavía un electrodo parcialmente consumido o bien quemado. A través de la utilización de tales secciones de electrodos, se puede accionar el horno durante más tiempo sin interrupción que en el caso del empleo de electrodos individuales. Cuando no se alcanza una cierta longitud mínima de la sección de electrodos, se enroscan en su extremo superior manualmente o con preferencia con máquina uno o varios electrodos nuevos. Esta unión enroscada o bien se puede realizaren la sección de electrodos que se encuentra en el horno; de manera alternativa a ello, se puede extraer previamente la sección de electrodos por medio de un dispositivo de transporte fuera del horno y se puede introducir de nuevo en el horno después de la unión enroscada de uno o varios electrodos.

30 El consumo de material de electrodos y, por consiguiente, de electrodos en el horno de electrodos contribuye en una medida considerable a los costes de funcionamiento del horno de arco eléctrico y puede representan, por ejemplo, aproximadamente, el 5 % de los costes de funcionamiento. De una manera correspondiente, el consumo de material de electrodos, relacionado con la cantidad de material fundido obtenido, es decir, por ejemplo la relación de material de electrodos consumido con respecto al acero recuperado, representa una variable operativa importante. En este caso, el consumo específico de material de electrodos depende de diferentes variables de influencia, como por ejemplo del material de los electrodos empleados, de la corriente eléctrica de funcionamiento y de la composición y la calidad del material de aplicación.

35 Para estimar, por ejemplo, la repercusión de diferentes modos de funcionamiento del horno de arco eléctrico y/o de diferentes parámetros del proceso de fundición sobre el consumo específico de material de electrodos del horno de arco eléctrico y para poder optimizar de esta manera el funcionamiento del horno de arco eléctrico, es necesario determinar el consumo de material de electrodos del horno de arco eléctrico. En este caso, es especialmente ventajoso calcular por separado el consumo de material de electrodos durante diferentes intervalos de funcionamiento del horno de arco eléctrico para poder analizar de manera diferenciada el consumo específico de electrodos en función de las diferentes condiciones operativas que predominan durante los intervalos individuales de funcionamiento.

55 Con esta finalidad se conoce calcular durante un periodo de tiempo determinado, como por ejemplo un mes, el número de electrodos extraídos de un almacén e introducidos en la sección de electrodos y a partir de ello calcular la relación mencionada anteriormente entre el material de electrodos consumido y el acero recuperado. Pero de esta

manera no se pueden calcular valores suficientemente exactos para periodos de tiempo más cortos como, por ejemplo, algunas o incluso una semana, algunos días u horas y en particular durante un periodo de tiempo entre dos piqueras sucesivas, puesto que no se tiene en cuenta la cantidad del material de electrodos contenido al comienzo y al final del intervalo de tiempo en cada caso todavía en la sección de electrodos.

5 Además, para esta finalidad se pueden emplear sistemas de cámaras, para registrar antes y después de un intervalo de funcionamiento del horno de arco eléctrico en cada caso una imagen de la sección de electrodos, para detectar la tasa de combustión de la sección de electrodos que se produce durante el intervalo de funcionamiento y a partir de ello estimar el consumo de material de electrodos durante el intervalo de funcionamiento. Sin embargo, es necesario un gasto considerable de material y de personal para tomar estas imágenes y evaluarlas de una manera correspondiente. Además, la toma de las imágenes sólo se puede realizar con la tapa abierta del horno de arco eléctrico y, por lo tanto, sólo en instantes especiales durante del funcionamiento del horno de arco eléctrico, de manera que este procedimiento está limitado con respecto a su flexibilidad en relación con los intervalos de tiempo posibles de la detección del consumo. Además, tampoco se obtiene con este procedimiento una estimación suficientemente exacta del consumo de electrodos, ver el documento [Elektrostahl-Erzeugung (1997); Karl H Heinen (Herausgeber); Verlag Stahleisen GmbH].

20 Un procedimiento para la determinación del consumo de material de electrodos durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico para la generación de acero se describe en el documento [JP H02 306137A (DAIDO STEEL CO LTD) 19 de Diciembre de 1990], en el que se determina el peso de al menos una sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico o que debe introducirse en éste con al menos un electrodo. Sin embargo, la instalación de pesaje no está configurada de tal manera que ésta pueda determinar el peso de al menos una sección de electrodos de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.

25 Se conoce una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico, ver el documento [JP H01 230983 A (NIPPON STEEL CORP) 14 de Septiembre de 1989]. Se muestran electrodos, que son accionados en una con figuración doble. Tal construcción se puede utilizar el acerías, pero la instalación de pesaje no puede determinar el peso de al menos una sección de electrodos de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.

30 Una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico se describe en el documento [JP H09 229571 A (DAIDO STEEL CO LTD) 5 de Septiembre de 1997]. En la instalación de pesaje no se puede determinar el peso de al menos una sección de electrodos de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.

35 Una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno para la bonificación de escoria de horno de arco eléctrico se describe en el documento [US 3 622 678 A (ALLEN ALEC GEORGE) 23 de Noviembre de 1971]. La instalación comprende al menos una instalación de pesaje para la determinación del peso de al menos una sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico o que debe introducirse en éste. La instalación de pesaje está integrada en una instalación que comprende los electrodos. No se describe una con figuración de la instalación de pesaje para la determinación de una manera continua o al menos casi continua del peso de al menos una sección de electrodos con una resolución temporal de 1 a 500 Hz. Tampoco es posible una generación de acero, puesto que se utilizan electrodos auto consuntivos, que se emplean para la bonificación de escoria de horno de arco eléctrico.

40 Un procedimiento para la determinación del consumo de material de electrodos durante el funcionamiento de un horno de fundición de arco eléctrico se describe en el documento [VO 99/50625 A2 (ELKEM MATERIALS, NO; BRUSTAD GEORG, NO; HAUGEN FRODE, NO; TVEIT HAL) 7 de Octubre de 1999]. El procedimiento comprende que se determine el peso de al menos una sección de electrodos dispuesta en el horno de fundición de arco eléctrico o que debe introducirse en éste con al menos una instalación de pesaje. Sin embargo, la instalación de pesaje no está configurada de tal manera que pueda determinar el peso de al menos una sección de electrodos de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz. El horno de fundición de arco eléctrico no es adecuado, además, para la producción de acero, puesto que el electrodo Söderberg mencionado no se utiliza para la fundición electroquímica de silicio y, por lo tanto, es inadecuado para la producción de acero. La determinación del peso de una carga a través de al menos una instalación de pesaje de una instalación de transporte se describe en el documento [EP 0 647 836 A1 (ABUS KRANSYSTEME GMBH & CO KG, DE) 12 de Abril de 1995]. No se describe una configuración de la instalación de pesaje para la determinación continua o al menos casi continua del peso de al menos una sección de electrodos con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.

55 Por lo tanto, el problema de la presente invención es crear un procedimiento y un dispositivo, que posibilite una determinación exacta y fiable del consumo de material de electrodos durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico durante un intervalo de tiempo discrecional, en particular un intervalo de funcionamiento corto, como entre una piqueta y la siguiente y, además, se pueden realizar con un gasto de material reducido y en particular con un gasto de personal, reducido. Un gasto de material reducido debería basarse también en una doble función del dispositivo de pesaje.

De acuerdo con la invención, este problema se soluciona por medio de un procedimiento para la determinación del consumo de material de electrodos durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico para la generación de acero, en el que el procedimiento comprende que se determina el peso de una sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico o que debe introducirse en éste con un dispositivo de pesaje de una manera continua o al menos casi continua.

Puesto que de acuerdo con la invención se determina el peso de una sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico o que debe introducirse en éste con un dispositivo de pesaje, se determina de una manera fiable y directa el valor exacto de la cantidad de material de electrodos, que se emplea en este instante en el horno de arco eléctrico. Esta determinación se realiza de acuerdo con la invención en al menos dos instantes diferentes, con lo que se determina directamente cuánto material se ha encontrado en el horno de arco eléctrico al comienzo y al final de este intervalo de tiempo definido por los instantes. A través de la diferencia de los valores de los pesos calculados de esta manera se puede determinar el valor exacto del material de electrodo consumido en el intervalo de tiempo correspondiente, por ejemplo entre dos piqueras sucesivas del horno eléctrico. De esta manera, es posible una determinación sencilla, exacta y fiable del consumo de material de electrodos durante un intervalo de funcionamiento que se puede seleccionar opcionalmente corto del horno de arco eléctrico.

Para reducir al mínimo y a ser posible evitar totalmente el gasto de tiempo y de personal para la determinación del consumo de material de electrodos, se determina con preferencia de forma automática el peso de la al menos una sección de electrodos en el procedimiento de acuerdo con la invención. Por ejemplo, se puede activar el dispositivo de pesaje a través de un control automático para calcular en instantes predeterminados un valor de medición para el peso de la sección de electrodos.

Para determinar el consumo de material de electrodos que se produce en un intervalo de tiempo o intervalo de funcionamiento determinado del horno de arco eléctrico, se propone un desarrollo de la idea de la invención para determinar el peso de la al menos una sección de electrodos en al menos dos instantes diferentes. El consumo de material de electrodos durante el intervalo de tiempo definido por los dos instantes se puede determinar entonces a través de la formación de la diferencia de los dos valores de peso. En particular, el peso de la al menos una sección de electrodos se puede determinar inmediatamente antes y después de un intervalo de la operación de función coherente del horno de arco eléctrico, es decir, antes y después de un intervalo de tiempo coherente, durante el que se alimenta con corriente de una manera ininterrumpida la sección de electrodos para el calentamiento o bien la fundición del material de aplicación del horno de arco eléctrico. Naturalmente, el peso de la sección de electrodos se puede determinar de la misma manera antes y después de un intervalo de tiempo más largo, que incluye varios intervalos de la operación de fundición, realizados a distancia de tiempo entre sí, del horno de arco eléctrico.

Puesto que el procedimiento puede servir de una manera especialmente ventajosa para analizar la influencia de diferentes condiciones operativas sobre el consumo de material de electrodos, se calcula el consumo de material de electrodos de una manera preferida durante diferentes intervalos de la operación de fundición, como por ejemplo ajustando densidades de corriente de diferente altura o empleando diferentes tipos de acero, de manera que se determinan los valores de consumo para cada intervalo de tiempo a través de la determinación y la formación de la diferencia de los pesos de las secciones de electrodos inmediatamente antes y después del intervalo respectivo de la operación de fundición. Por ejemplo, se puede calcular el peso de la sección de electrodos inmediatamente antes o después de un intervalo de tiempo de una piqueta-a-piqueta del horno de arco eléctrico, es decir, inmediatamente antes y después de un intervalo de tiempo de la operación de fundición, que sigue directamente a una piqueta del horno de arco eléctrico y que se extiende hasta la piqueta siguiente del horno de arco eléctrico.

Durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico se añaden normalmente a intervalos regulares nuevos electrodos a la sección de electrodos y se conectan con ésta, en particular se enroscan, para compensar el consumo de material de electrodos provocado por la combustión de la sección de electrodos que tiene lugar durante el funcionamiento del horno. Esta adición de electrodos nuevos tiene lugar con preferencia entre dos intervalos sucesivos de la operación de fundición del horno de arco eléctrico y, por consiguiente, en una sección de electrodos no alimentada con corriente. En el caso de la adición de un electrodo a la sección de electrodos se puede determinar el peso de la sección de electrodos antes de la adición del electrodo nuevo, en particular para poder calcular a partir de ello el consumo de material de electrodos durante el intervalo de tiempo transcurrido antes de la adición del electrodo. De manera alternativa a ello, o también con preferencia adicionalmente a ello se puede determinar el peso de la sección de electrodos inmediatamente después de la adición del electrodo nuevo y, en concreto, especialmente como valor de partida para el cálculo del consumo de material de electrodos durante el intervalo de la operación de fundición que sigue a la adición del electrodo nuevo. Con preferencia, se calculan los dos pesos indicados anteriormente. De la misma manera se puede determinar también sólo el peso de la sección de electrodos inmediatamente antes de la adición del electrodo nuevo y a partir de ello se puede calcular a través de la adición del peso del electrodo añadido el peso de la sección de electrodos inmediatamente después de la adición del electrodo nuevo.

Cuando se conoce el peso exacto de un electrodo que debe añadirse a la sección de electrodos, se puede utilizar también el peso conocido del electrodo que debe añadirse para calibrar el dispositivo de pesaje. Con esta finalidad se puede medir, por ejemplo, el peso del electrodo que debe añadirse con el dispositivo de pesaje y se puede comparar el peso medido con el peso real conocido del electrodo que debe añadirse y se puede calibrar el

dispositivo de pesaje de esta manera en función del resultado de la comparación. Con preferencia, la medición del peso del electrodo que debe añadirse se realiza mientras el electrodo es transportado hacia la sección de electrodos para ser añadido a la sección de electrodos o inmediatamente antes de que se añada el electrodo a la sección de electrodos. Además, de acuerdo con una forma de realización ventajosa de la presente invención, puede estar previsto realizar en cada adición de un electrodo nuevo a la sección de electrodos una medición del peso del electrodo a añadir o añadido y una calibración correspondiente del dispositivo de pesaje.

De acuerdo con otra forma de realización preferida de la presente invención, es preferible representar de forma automática el peso de la sección de electrodos descrito anteriormente y, en concreto, por ejemplo, utilizando un dispositivo de memoria electrónica correspondiente. De esta manera, se puede generar una base de datos amplia para diferentes evaluaciones que se refieren al consumo de material de electrodos del horno de arco eléctrico.

En el marco de la presente invención se prefiere, además, registrar también la cantidad del material de fundición obtenido en el intervalo de tiempo considerado o bien en los intervalos de tiempo considerados para poder determinar a partir del cociente del consumo de material de electrodos y el material fundido obtenido el consumo específico de material de electrodos del horno de arco eléctrico.

Con preferencia, en el procedimiento de acuerdo con la invención, la determinación del peso se realiza a través de un dispositivo de pesaje que está integrado en un dispositivo de funcionamiento de una instalación que comprende el horno de arco eléctrico. Integrado significa en este contexto que al menos un componente y con preferencia todos los componentes del dispositivo de pesaje forman una unidad constructiva y/o funcional con al menos un elemento del dispositivo de funcionamiento.

De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la presente invención, el al menos un dispositivo de pesaje para la determinación del peso de la al menos una sección de electrodos está integrado en una instalación de transporte, con la que se recibe la sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico y con preferencia retenida en el horno de arco eléctrico por medio de una instalación de retención y se transporta en el horno de arco eléctrico y/o se transporta fuera del horno de arco eléctrico y/o con la que se transporta una sección de electrodos dispuesta fuera del horno de arco eléctrico al interior del horno de arco eléctrico. En la instalación de retención se trata, por ejemplo, de una instalación de retención, a través de la cual retiene en posición la sección de electrodos durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico en el horno de arco eléctrico y se desplaza en función de la medida de la combustión de los electrodos de manera sucesiva hacia abajo, para compensar el acortamiento de la sección de electrodos que se ha producido como consecuencia de la combustión de los electrodos y de esta manera mantener constante la distancia entre el extremo inferior de la sección de electrodos y la superficie del material de aplicación. El peso de la sección de electrodos se puede determinar en esta forma de realización, sin tener que retirar la sección de electrodos totalmente fuera del horno de arco eléctrico y/o fuera de la instalación de retención. Por ejemplo, la instalación de transporte se puede utilizar para elevar y/o bajar la sección de electrodos entre dos intervalos de la operación de fundición con relación al horno de arco eléctrico o bien con relación a la instalación de retención, por ejemplo para ajustar la distancia de la sección de electrodos con respecto al material de aplicación del horno, en particular después de que se ha añadido un electrodo nuevo a la sección de electrodos. Para poder recibir la sección de electrodos, el dispositivo de transporte presenta con preferencia un dispositivo de acoplamiento para el acoplamiento con la sección de electrodos. Además, la instalación de retención puede contener una instalación de ajuste, con la que se puede regular y, en particular, regular en la altura la instalación de retención y en particular también una sección de electrodos retenida por la instalación de retención en su posición. Con esta finalidad, la instalación de regulación puede comprender, por ejemplo, un sistema hidráulico. En esta forma de realización, la instalación de pesaje puede estar integrada en tal instalación de regulación de la instalación de retención.

En este caso, la instalación de transporte se puede utilizar, en particular, también para añadir un electrodo nuevo a la sección de electrodos y para conectado con ella. En este caso, el electrodo a añadir se puede transportar con la instalación de transporte desde una posición de almacenamiento hasta una posición directamente perpendicular sobre la sección de electrodos retenida, dado el caso, por la instalación de retención, de manera que la instalación de transporte puede presentar una unidad de posicionamiento, como por ejemplo una unidad de lectura, con la que se puede verificar la alineación y/o el posicionamiento mutuos exactos del electrodo nuevo y de la sección de electrodos. El electrodo llevado a la posición correcta se puede conectar, por ejemplo, a través de unión roscada de una boquilla prevista en el electrodo con la sección de electrodos. Después de que a la sección de electrodos se han añadido uno o varios electrodos nuevos, se puede desprender la sección de electrodos desde la instalación de retención y se puede bajar un poco a través de la instalación de transporte en la dirección del horno de arco eléctrico para establecer la distancia deseada entre la punta de la sección de electrodos y el material de aplicación del horno de arco eléctrico, antes de que se fije la sección de electrodos de nuevo por medio de la instalación de retención y de mantenga en posición. De manera alternativa a ello, la instalación de transporte puede mover la sección de electrodos también desde la instalación de retención hacia otra posición en el horno de arco eléctrico o fuera del horno de arco eléctrico, para fijar allí uno o varios electrodos nuevos en la sección de electrodos, antes de que la sección de electrodos completada de esta manera sea guiada de nuevo hacia la instalación de retención, sea fijada allí y sea retenida en posición. En la instalación de transporte se trata, por ejemplo, de una instalación de grúa que comprende, por ejemplo, un carro de traslación, que se mueve con preferencia sobre una trayectoria de grúa con preferencia horizontal, que se extiende perpendicularmente por encima del horno de arco eléctrico y/o de la

instalación de retención. La instalación de grúa puede comprender como dispositivo de acoplamiento, por ejemplo, un gancho de grúa dispuesto en un cable de la instalación de grúa, en el que se puede suspender la sección de electrodos. El dispositivo de pesaje puede comprender en esta forma de realización, por ejemplo, una báscula de grúa que se cuelga entre el gancho de grúa y la trayectoria de grúa de la instalación de grúa.

- 5 De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la presente invención, el dispositivo de pesaje está integrado en una instalación de retención, a través de la cual se retiene la sección de electrodos durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico.

10 Puesto que la sección de electrodos es retenida típicamente durante la parte preponderante del tiempo de funcionamiento del horno de arco eléctrico por la instalación de retención, el dispositivo de pesaje integrado en la instalación de retención ofrece la posibilidad de determinar el peso de la sección de electrodos en instantes casi discretos y, por consiguiente, al menos aproximadamente de forma continua, sin que para ello deba modificarse el ciclo de funcionamiento del horno de arco eléctrico o deban realizarse movimientos adicionales de la sección de electrodos. Especialmente en esta forma de realización, el dispositivo de pesaje puede estar configurado y se puede utilizar adicionalmente también para detectar las oscilaciones que se producen durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico, como pueden aparecer en particular en la sección de electrodos como consecuencia de la generación de los arcos eléctricos a través de la sección de electrodos, para medirlas y, dado el caso, para registrarlas, para que el dispositivo de pesaje cumpla la doble función.

20 Para la detección del estado de oscilación se puede determinar, por ejemplo, el peso de la sección de electrodos durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico a través de la sección de electrodos. Durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico, como consecuencia de la generación de los arcos eléctricos, sobre la sección de electrodos actúan, adicionalmente a la fuerza de peso, unas fuerzas que pueden provocar un movimiento oscilante de la sección de electrodos. A tal fin, se determina el peso de la sección de electrodos durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico a través del dispositivo de pesaje de una manera continua o al menos casi continua, con una resolución temporal de 1 a 500 Hz. A través de la evaluación de los valores determinados durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico a través del dispositivo de pesaje se puede reconocer tal estado de oscilación de la sección de electrodos, pudiendo determinarse en esta forma de realización en particular también la frecuencia y/o la amplitud de la oscilación. De esta manera se pueden reconocer en particular aceleraciones o bien frecuencias de oscilación peligrosas para el electrodo, y se puede adaptar el control del horno y/o de una suspensión del electrodo en función de este reconocimiento, pudiendo realizarse en particular una desconexión automática de emergencia, antes de que se inicie un estado crítico. Además, la detección o bien la medición del estado de oscilación de la sección de electrodos se pueden utilizar, por ejemplo, también para la evaluación del estado de funcionamiento del horno de arco eléctrico. Por ejemplo, con la detección del estado de oscilación se pueden detectar irrupciones de chatarra, descargas eléctricas o bien arcos eléctricos incontrolados o se puede prever el peligro de roturas de los electrodos y se pueden evitar roturas de los electrodos. De acuerdo con otra forma de realización, puede estar previsto que a partir del estado de oscilación detectado de la sección de electrodos se derive la altura de la escoria espumosa del horno de arco eléctrico. Las informaciones registradas como se han descrito anteriormente se pueden utilizar también para adaptar y optimizar el funcionamiento del horno de arco eléctrico. En particular, se puede conseguir una radiación térmica claramente reducida y, por lo tanto, un funcionamiento más eficiente del horno de arco eléctrico y/o se puede conseguir una oscilación reducida de la sección de electrodos o bien un modo de marcha más silencioso del horno de arco eléctrico.

45 Una instalación de retención como se ha descrito anteriormente para la sección de electrodos puede comprender un brazo de soporte, que se extiende en dirección horizontal por encima de horno y presenta en su extremo en el lado del horno un alojamiento o bien un soporte de fijación para la sección de electrodos. Este soporte de fijación puede presentar al menos dos mordazas de sujeción que están colocadas opuestas entre sí, a través de las cuales se puede amarrar la sección de electrodos en el brazo de soporte. Partiendo del brazo de soporte, la sección de electrodos se extiende con preferencia a través de la abertura de la tapa del horno en dirección vertical en el interior del horno de arco eléctrico. Además, la instalación de retención puede comprender una columna esencialmente vertical, en cuyo extremo superior se conecta el brazo de soporte. La instalación de retención puede estar configurada de manera regulable en la altura en dirección vertical para poder ajustar la altura de la sección de electrodos, de tal manera que a pesar de la longitud de la sección de electrodos que varía debido a la combustión de la sección de electrodos, se obtiene una distancia deseada entre la punta de la sección de electrodos y el material de aplicación del horno de arco eléctrico. La instalación de retención y en particular un brazo de soporte de la instalación de retención sirve con preferencia, además, para alimentar con corriente la sección de electrodos durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico y a tal fin está conectada con preferencia por medio de cable con una fuente de potencia eléctrica.

55 En un desarrollo de la idea de la invención, se propone determinar el peso de la sección de electrodos utilizando al menos un elemento, que es con preferencia una banda extensométrica, un registrador de fuerza y/o un elemento de medición de la presión dispuesto en un sistema hidráulico para la regulación de la instalación de retención para la sección de electrodos. La al menos una banda extensométrica puede ser en este caso, por ejemplo, una banda extensométrica metálica o una banda extensométrica óptica u/o el al menos un registrador de fuerza. Una banda extensométrica dispuesta en un brazo de soporte de una instalación de retención para la sección de electrodos mide la dilatación o bien la tensión de tracción generadas en el brazo de soporte a través del peso de la sección de

electrodos, a partir de lo cual se puede determinar el peso de la sección de electrodos. En principio, la banda extensométrica puede estar dispuesta también en una columna con preferencia vertical de la instalación de retención, que lleva el brazo de soporte, o entre la columna y el brazo de soporte. Con preferencia, sin embargo, la banda extensométrica se coloca en la zona de la dilatación máxima del brazo de soporte y, en concreto, especialmente sobre el lado superior del brazo de soporte, en la proximidad de la columna que lleva el brazo de soporte y/o aproximadamente en el centro del brazo de soporte considerado en la dirección de la anchura del brazo de soporte, de manera que la banda extensométrica se puede disponer también, sin embargo, fuera de este centro. Además, puede estar configurado un sistema hidráulico mencionado anteriormente para regular la instalación de retención y una sección de electrodos alojada en la instalación de retención en su posición y, en concreto, con respecto a la altura. Un elemento de medición de la presión dispuesto en el sistema hidráulico, que mide la presión del líquido hidráulico del sistema hidráulico, es especialmente adecuado para determinar el peso de una sección de electrodos retenida por la instalación de retención. En principio, el dispositivo de pesaje puede estar integrado en una instalación de regulación configurada como se ha descrito anteriormente de la instalación de retención.

Un registrador de fuerza, en particular una célula de pesaje, es adecuada de la misma manera para la determinación del peso de la sección de electrodos y puede estar instalado, por ejemplo, en el brazo de soporte y/o en la columna de la instalación de retención, de manera que la célula de pesaje está conectada con preferencia tanto con el brazo de soporte como también con la columna de la instalación de retención. En principio, el dispositivo de pesaje puede comprender también varias bandas extensométricas y/o varios registradores de fuerza, de manera que la pluralidad de bandas extensométricas y/o de registradores de fuerza o bien pueden realizar mediciones independientes entre sí del peso o bien de la dilatación o se pueden conectar entre sí de una manera adecuada para la generación de un valor de medición común.

Otra ventaja de la forma de realización anterior es que una banda extensométrica y un registrador de fuerza son adecuados, además, en cada caso para detectar las oscilaciones que aparecen durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico en la sección de electrodos o en los componentes conectados con ella, para medirla y, dado el caso, para representarlas. Con preferencia, antes de la determinación del peso de la sección de electrodos a través del dispositivo de pesaje se realiza una calibración del dispositivo de pesaje.

De acuerdo con una forma de realización ventajosa, el peso de la sección de electrodos se determina en un instante, en el que la sección de electrodos no es alimentada con corriente. Puesto que en este instante no aparecen oscilaciones generadas a través del arco eléctrico en la sección de electrodos, es posible una medición especialmente exacta del peso de la sección de electrodos.

En el marco de la presente invención, se determina con preferencia el peso de la sección de electrodos mientras la sección de electrodos se encuentra, al menos por secciones, en el horno de arco eléctrico y/o es retenido por la instalación de retención para la sección de electrodos. De esta manera, se puede prescindir de retirar la sección de electrodos propiamente dicha para la finalidad de la determinación del peso fuera del horno de arco eléctrico y/o de la instalación de retención, con lo que se evita un gasto de tiempo adicional para la determinación del consumo de material de electrodos.

Otro objeto de la invención es una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico para la generación de acero, en el que la instalación comprende al menos un dispositivo de pesaje para la determinación del peso de al menos una sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico o que se puede introducir en éste, en el que el dispositivo de pesaje está integrado en una instalación de funcionamiento de una instalación que comprende el horno de arco eléctrico. Tal instalación se puede realizar con gasto reducido y es especialmente adecuada para la realización de un procedimiento de acuerdo con la invención descrito a continuación. Las ventajas descritas anteriormente con relación al procedimiento para la determinación del consumo de material de electrodos y las formas de realización ventajosas se aplican de manera correspondiente para la instalación para la determinación del consumo de material de electrodos. La determinación del peso se realiza al menos en dos instantes diferentes. De acuerdo con una forma de realización ventajosa de la invención, la instalación está configurada para determinar de manera automática el peso de la sección de electrodo. A tal fin, la instalación puede comprender, por ejemplo, un control electrónico, que controla de manera automática el dispositivo de pesaje para determinar el peso de la sección de electrodos y generar un valor de medición correspondiente, que se representa en su caso.

Además, se prefiere que la instalación comprenda una instalación de memoria electrónica y esté configurada para registrar el peso de la sección de electrodos de una manera automática en la instalación de memoria electrónica para posibilitar de esta manera una evaluación amplia y un análisis de los datos relacionados con el consumo de material de electrodos. De acuerdo con otra forma de realización preferida de la presente invención, el dispositivo de pesaje está integrado en una instalación de transporte, que está configurada para recibir la sección de electrodos dispuesta en el horno de arco eléctrico y retenida por medio de una instalación de retención y para transportarla en el horno de arco eléctrico y/o transportarla fuera del horno de arco eléctrico y/o para transportar una sección de electrodos dispuesta fuera del horno de arco eléctrico en el horno de arco eléctrico. Como se ha descrito en detalle anteriormente con relación al procedimiento de acuerdo con la invención, la instalación de transporte comprende con preferencia una instalación de grúa, de manera que el dispositivo de pesaje puede presentar una báscula de grúa instalada en la instalación de grúa.

De acuerdo con otra forma de realización ventajosa de la presente invención, el dispositivo de pesaje está integrado en la instalación de retención, que está configurada para retener la sección de electrodos durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico. Con preferencia, el dispositivo de pesaje está integrado, como se ha descrito anteriormente con relación al procedimiento de acuerdo con la invención, en un brazo de soporte de la instalación de retención. Además, el dispositivo de pesaje puede estar integrado también en una instalación de ajuste como se ha descrito anteriormente con relación al procedimiento, en particular en un sistema hidráulico, para la regulación de la instalación de retención.

El dispositivo de pesaje comprende con preferencia al menos un elemento, que es con preferencia una banda extensométrica, un registrador de fuerza y/o un elemento de medición de la presión dispuesto en un sistema hidráulico para la regulación de la instalación de retención para la sección de electrodos. En este caso, la al menos una banda extensométrica puede ser, por ejemplo, una banda extensométrica metálica o una banda extensométrica óptica y/o el al menos un registrador de fuerza puede ser una célula de pesaje. La instalación de pesaje de la instalación está configurada de tal forma que ésta determina el peso de la al menos una sección de electrodos de manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.

A continuación se describe la presente invención de forma ejemplar con la ayuda de formas de realización ventajosas con referencia a las figuras adjuntas. En este caso:

La figura 1 muestra una instalación con un horno de arco eléctrico y con una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos del horno de arco eléctrico de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención y,

La figura 2 muestra una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico de acuerdo con otro ejemplo de realización de la presente invención.

La figura 1 muestra una instalación con un horno de arco eléctrico 10, que recibe como material de aplicación, por ejemplo, chatarra de acero y, dado el caso, otras sustancias adicionales, que se funde en el horno de arco eléctrico 10 a través de energía térmica de arcos eléctricos generados en el horno de arco eléctrico 10.

Para la generación de los arcos eléctricos, la instalación presenta un electrodo de fondo no mostrado en la figura 1, m dispuesto en el horno de arco eléctrico 10, que está en contacto eléctrico directo con el material de aplicación del horno de arco eléctrico 10, así como una sección de electrodos 12, que está compuesta por varios electrodos de grafito alargados 14, que están enroscados entre sí en sus extremos longitudinales en cada caso por medio de una boquilla roscada 16. En la práctica se pueden utilizar varias, en particular tres secciones de electrodos 12 dispuestas paralelas, en particular prescindiendo del electrodo de fondo, de manera que en la figura 1 sólo se representa para mayor claridad una sección de electrodos 12.

La instalación comprende, además, una instalación de retención 18, en la que está suspendida la sección de electrodos 12 y se extiende partiendo desde allí la sección de electrodos 12 se extiende desde arriba en dirección esencialmente perpendicular a través de un taladro de la tapa de horno 20 en el interior del horno de arco eléctrico 10. La instalación de retención 18 comprende un brazo de soporte 22 esencialmente horizontal, que es soportado por una columna 24 esencialmente perpendicular. En el extremo del lado abierto del brazo de soporte 22, éste presenta un soporte de fijación 26, en el que está alojada la sección de electrodos 12 y que puede comprender, por ejemplo, una o varias mordazas de sujeción, por medio de las cuales se puede fijar la sección de electrodos 12 en el soporte de fijación 26 o se puede desprender desde el soporte de fijación 26.

La sección de electrodos 12 es retenida por medio de la instalación de retención 18 en una posición, en la que la punta de la sección de electrodos 12, que está dispuesta en el horno de arco eléctrico 10, se encuentra a una distancia definida desde el material de aplicación. A través de la aplicación de una tensión eléctrica entre el electrodo de fondo y la sección de electrodos 12 se pueden generar arcos eléctricos entre la sección de electrodos 12 y el material de aplicación del horno de arco eléctrico 10 y el material de aplicación del horno de arco eléctrico 10 y el material de aplicación se puede fundir a través de la energía térmica librada a través de los arcos eléctricos. La alimentación de corriente de la sección de electrodos 12 se realiza a través del brazo de soporte 22, que está fabricado con esta finalidad a partir de un material conductor de electricidad y está conectado a través de cables no representados en la figura 1 con una fuente de potencia eléctrica.

Para poder ajustar la altura de la sección de electrodos 12 y en particular para posibilitar un seguimiento de la sección de electrodos 12, que es necesario como consecuencia de la combustión de la sección de electrodos 12 durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico 10, la instalación de retención 18 está configurada regulable en la altura, es decir, que es móvil en la dirección de la flecha 28. Además, la instalación de retención 18 se puede elevar junto con la sección de electrodos 12 y con preferencia en común con la tapa del horno 20 con relación al horno de arco eléctrico 10 y está configurada de manera pivotable alrededor de un eje vertical 30, para poder abrir el horno de arco eléctrico 10 por ejemplo después de realizar una piqueta y para poder realizar una carga del horno de arco eléctrico 10 con material de aplicación nuevo a través de la abertura asociada a la tapa 20 del horno de arco eléctrico 10.

La instalación comprende, además, una instalación de transporte 32, que está configurada como una instalación de grúa con una trayectoria de grúa 34 esencialmente horizontal, un carro de traslación 36 desplazable sobre la trayectoria de grúa 34 en la dirección de la flecha 35 y con un gancho de grúa 40 suspendido en el carro de traslación 36 con un cable 38 y que se puede subir y bajar con relación al carro de traslación 36 en dirección vertical a lo largo de la flecha 39. Las posiciones y trayectorias del movimiento de la instalación de transporte 32 y de la instalación de retención 18 están adaptadas entre sí de tal manera que el carro de traslación 36 es móvil en una a una posición vertical por encima de la posición del soporte de fijación 26 de la instalación de retención 18, en la que la sección de electrodos 12 alojada en el soporte de fijación 26 está suspendida o se puede suspender en la instalación de transporte 32. Con esta finalidad, la sección de electrodos 12 puede presentar un lazo no representado propiamente en la figura 1 o la instalación de transporte 32 puede presentar un dispositivo de acoplamiento adecuado para la suspensión de la sección de electrodos 12. Con la instalación de transporte 32 se pueden transportar electrodos 14 nuevos hacia la sección de electrodos 12 y se pueden conectar con ésta y la sección de electrodos 12 se puede retirar de la misma manera fuera de la instalación de retención 18 o se puede conducir a la instalación de retención 18.

La instalación comprende, además, una instalación de pesaje 42, que comprende en el presente ejemplo de realización una banda extensométrica 44 instalada en el lado superior del brazo de soporte 22, que mide una dilatación provocada en el brazo de soporte 22 por el peso de la sección de electrodos 12, así como una célula de pesaje 46 instalada en la zona de la zona de la conexión entre el brazo de soporte 22 y la columna 24, que está conectada con el brazo de soporte 22 y con la columna 24 de manera efectiva para la medición, y una báscula de grúa 48 suspendida en el carro de traslación 36 de la instalación de transporte 32, entre el carro de traslación 36 y el gancho de grúa 40.

La banda extensométrica 44 y la célula de pesaje 46 sirven en cada caso para medir el peso de la sección de electrodos 12, mientras ésta es retenida por la instalación de retención 18, por ejemplo entre dos intervalos sucesivos de la operación de fundición del horno de arco eléctrico 10. En cambio, la báscula de grúa 48 sirve para medir el peso de la sección de electrodos 12, mientras ésta está suspendida en la instalación de transporte 32, por ejemplo mientras la sección de electrodos 12 es bajada a través de la instalación de transporte 32 con relación al horno de arco eléctrico 10 y a la instalación de retención 18, por ejemplo después de que se ha enroscado en la boquilla un electrodo nuevo 14 en la sección de electrodos 12.

La determinación del peso de la sección de electrodos 12, realizada a través de la instalación de pesaje 42 posibilita la determinación exacta del consumo de material de electrodos del horno de arco eléctrico 10, de manera que la determinación del consumo está integrada en el funcionamiento del horno de arco eléctrico 10 de tal manera que se puede realizar con gasto adicional mínimo. En la práctica, el dispositivo de pesaje 42 puede comprender, naturalmente, también sólo dos o uno de los diferentes componentes representados en la figura 1: banda extensométrica 44, célula de pesaje 46 y báscula de grúa 48.

La figura 2 muestra una representación de detalle de una instalación para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico de acuerdo con otra forma de realización, que comprende una báscula de grúa 48, que presenta en uno de sus extremos un gancho 50 para el acoplamiento con la sección de electrodos 12, y que presenta en su otro extremo un ojal 52 para la suspensión de la báscula de grúa 48 en un gancho de grúa 40 de una instalación de transporte 32 configurada, por ejemplo, como se muestra en la figura 1.

40 Lista de signos de referencia

- 10 Horno de arco eléctrico
- 12 Sección de electrodos
- 14 Electrodo (de graffito)
- 16 Boquilla roscada
- 45 18 Instalación de retención
- 20 Tapa del horno
- 22 Brazo de soporte
- 24 Columna
- 26 Soporte de fijación
- 50 28 Flecha
- 30 Eje vertical
- 32 Instalación de transporte

	34	Trayectoria de grúa
	35	Flecha
	36	Carro de traslación
	38	Cable
5	39	Flecha
	40	Gancho de grúa
	42	Dispositivo de pesaje
	44	Banda extensométrica
	46	Célula de pesaje
10	48	Báscula de grúa
	50	Gancho
	52	Ojal

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la determinación del consumo de material de electrodos durante el funcionamiento de un horno de arco eléctrico (10) para la generación de acero, en el que el procedimiento comprende que se determine el peso de al menos una sección de electrodos (12) dispuesta en el horno de arco eléctrico (10) o que se puede introducir en éste con al menos una instalación de pesaje (42) en al menos dos instantes diferentes y el dispositivo de pesaje (42) está configurado de tal forma que éste determina el peso de la al menos una sección de electrodos (12) de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que se determina de manera automática el peso de la al menos una sección de electrodos (12).
- 3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por que se determina el peso de la al menos una sección de electrodos (12) antes y después de un intervalo de la operación de fundición del horno de arco eléctrico (10).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la determinación del peso se realiza a través de un dispositivo de pesaje (42) integrado en una instalación de funcionamiento (18, 32) de una instalación que comprende el horno de arco eléctrico (10), en el que el dispositivo de pesaje (42) está integrado en una instalación de transporte (32), con la que se recibe la sección de electrodos (12) y se transporta en el horno de arco eléctrico (10) y/o se transporta fuera del horno de arco eléctrico (10), y/o con el que se transporta una sección de electrodos (12) dispuesta fuera del horno de arco eléctrico (10) hasta el horno de arco eléctrico (10), y/o el dispositivo de pesaje (42) está integrado en una instalación de retención (18), a través de la cual se retiene la sección de electrodos (12) durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico (10) en posición, en una instalación de ajuste de la instalación de retención (18), con la que se puede ajustar la instalación de retención (18).
- 5.- Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el peso de la al menos una sección de electrodos (12) se determina utilizando al menos una banda extensométrica (44), al menos un registrador de fuerza y/o al menos un elemento de medición de la presión dispuesto en un sistema hidráulico para la regulación de una instalación de retención (18) para la sección de electrodos (12) y una banda extensométrica metálica o una banda extensométrica óptica.
- 6.- Dispositivo para la determinación del consumo de material de electrodos de un horno de arco eléctrico (10) para la generación de acero, en el que el dispositivo comprende al menos un dispositivo de pesaje (42) para la determinación del peso en al menos dos instantes diferentes de al menos una sección de electrodos (12) dispuesta en el horno de arco eléctrico (10) o que debe introducirse en éste, en el que el dispositivo de pesaje (42) está integrado en una instalación de funcionamiento (18, 32) de una instalación que comprende el horno de arco eléctrico (10), y el dispositivo de pesaje (42) está configurado de tal forma que éste determina el peso de la al menos una sección de electrodos (12) de una manera continua o al menos casi continua con una resolución temporal de 1 a 500 Hz.
- 7.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que éste está configurado para determinar de forma automática el peso de la sección de electrodos (12).
- 8.- Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 6 ó 7, caracterizado por que el dispositivo de pesaje (42) está integrado en una instalación de transporte (32), que está configurada para recibir la sección de electrodos (12) dispuesta en el horno de arco eléctrico (10) y retenida con preferencia en el horno de arco eléctrico (10) por medio de una instalación de retención (18) y para transportarla en el horno de arco eléctrico (10) y/o para transportarla fuera de horno de arco eléctrico (10), y/o para transportar una sección de electrodos (12) dispuesta fuera del horno de arco eléctrico (10) al horno de arco eléctrico (10).
- 9.- Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 6, caracterizado por que el dispositivo de pesaje (42) está integrado en una instalación de retención (18), que está configurada para retener la sección de electrodos (12) durante la operación de fundición del horno de arco eléctrico (10).
- 10.- Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que el dispositivo de pesaje (42) está integrado en un brazo de soporte (22) de la instalación de retención (18).
- 11.- Dispositivo de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el dispositivo de pesaje (42) comprende al menos una banda extensométrica (44), al menos un registrador de fuerza y/o al menos un elemento de medición de la presión dispuesto en un sistema hidráulico para la regulación de una instalación de retención (18) para una sección de electrodos (12) y una banda extensométrica metálica o una banda extensométrica óptica.

FIG. 1

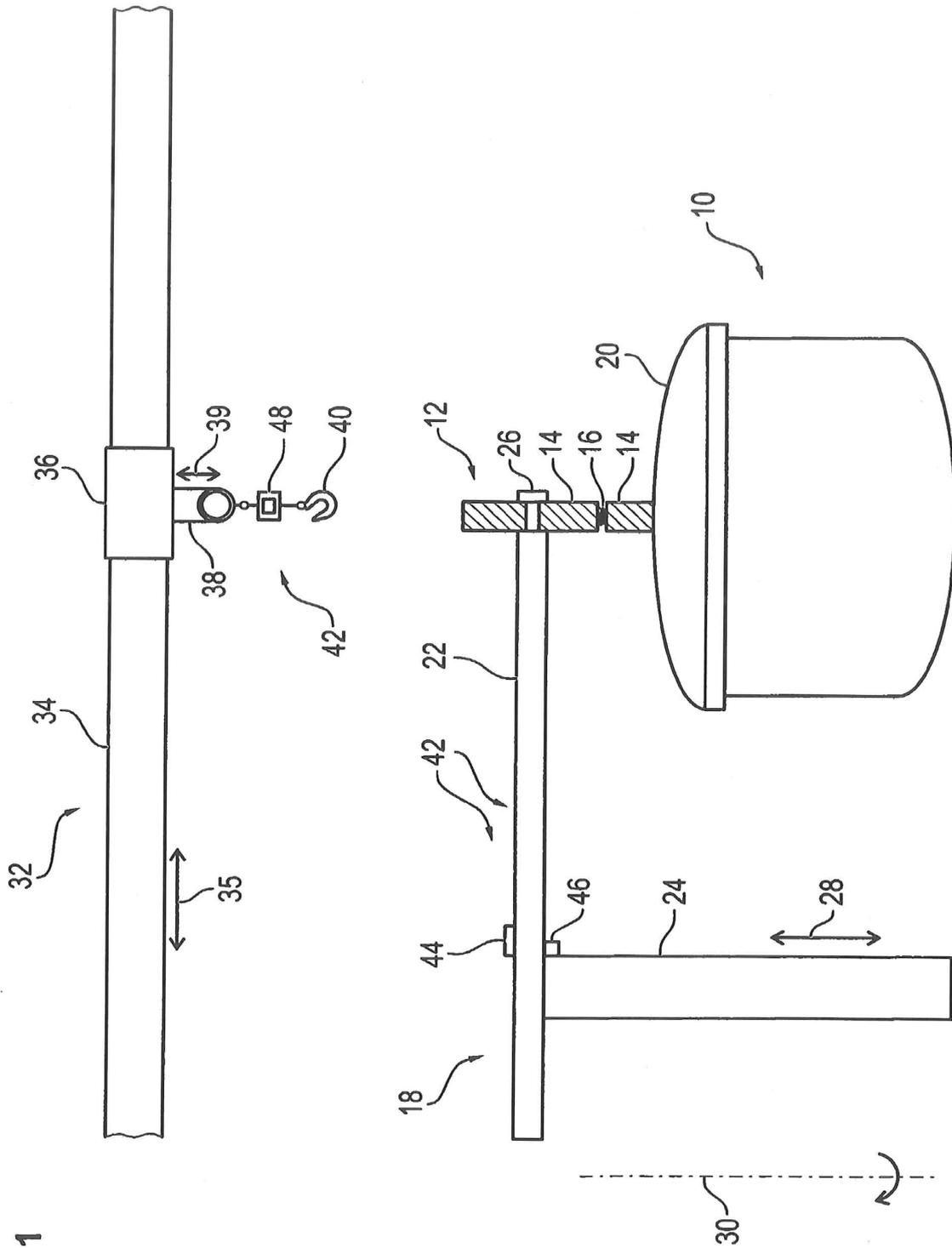


FIG. 2

