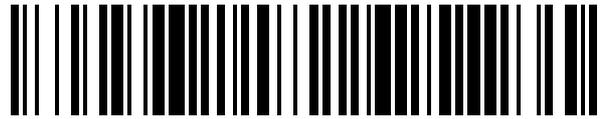


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 235 014**

21 Número de solicitud: 201930558

51 Int. Cl.:

**H05B 7/101** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**05.04.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**20.09.2019**

71 Solicitantes:

**BADISCHE STAHL-ENGINEERING GMBH  
(100.0%)**

**Robert-Koch-Str. 13  
77694 Kehl DE**

72 Inventor/es:

**SCHWEIKLE, Ralf y  
FLACH, Walter**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **BRAZO DE SOPORTE DE ELECTRODO**

**ES 1 235 014 U**

## DESCRIPCIÓN

### Brazo de soporte de electrodo con cuerpo de soporte y cuerpo de conducción

#### 5 OBJETO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un brazo de soporte de electrodo de un horno de arco eléctrico, que comprende un cuerpo de brazo de soporte de electrodo que lleva corriente y a través del cual se puede hacer fluir un agente de refrigeración. El cuerpo de brazo de soporte de electrodo presenta en el lado frontal adaptadores para cables de corriente de alta intensidad y está configurado para permitir el acoplamiento, en el lado opuesto a los adaptadores del cuerpo de brazo de soporte de electrodo, de un dispositivo de alojamiento de electrodo. El cuerpo de brazo de soporte de electrodo presenta un cuerpo de soporte que comprende un soporte perfilado y un cuerpo de conducción separado de este mediante separadores, formado por dos carcasas en el corte transversal, en el que en o dentro del soporte perfilado están dispuestos elementos de fijación de brazo de soporte de electrodo para la fijación del cuerpo de brazo de soporte de electrodo en un dispositivo de elevación de electrodo. El cuerpo de soporte presenta un perfil cerrado, cuyo mayor momento de inercia de superficie es más de un 25 % mayor que el mayor momento de inercia de superficie del cuerpo de conducción en el mismo corte transversal.

#### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Por el documento EP 1 901 586 A1 se conoce un brazo de soporte de electrodo, en el que chapas de acero individuales, plaqueadas con un material conductor, están unidas unas a otras mediante chapas de acero. Los materiales conductivos están unidos unos a otros mediante chapas de unión conductoras. El brazo de soporte de electrodo es complejo de fabricar. Las solicitaciones durante el funcionamiento debidas a fuerzas internas o externas pueden conducir a deformaciones del brazo de soporte de electrodo.

Por el documento EP 2 928 267 A1 se conoce un brazo de soporte de electrodo según el preámbulo de la reivindicación de patente 1.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se basa en el planteamiento del problema de desarrollar un brazo de soporte de electrodo que se puedan fabricar de forma económica, estable en caso de la exposición a sollicitación interna y externa.

5 Esta problemática se resuelve con las características de la reivindicación principal. Para esto, el material del cuerpo de conducción tiene una resistencia eléctrica específica menor que el material del cuerpo de soporte. Cada separador está compuesto por un material compuesto que presenta al menos una primera capa de un material similar al material del cuerpo de soporte y al menos una capa adicional de un material similar al material del  
10 cuerpo de conducción. Cada uno de los separadores, en cada caso con la primera capa, delimita con el cuerpo de soporte y, con la capa adicional respectiva, delimita con el cuerpo de conducción.

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Se desprenden otras particularidades de la invención a partir de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción de formas de realización representadas de manera esquemática.

20 Figura 1.- Brazo de soporte de electrodo;  
Figura 2.- Vista trasera de la Figura 1;  
Figura 3.- Corte transversal del brazo de soporte de electrodo de la Figura 1;  
Figura 4.- Detalle de la Figura 3;  
Figura 5.- Detalle del brazo de soporte de electrodo con elemento de fijación;  
25 Figura 6.- Carcasa de cuerpo de conducción;  
Figura 7.- Cuerpo de soporte con separadores.

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30 En las Figuras 1-7 está representado un brazo de soporte de electrodo (10) de un horno de arco eléctrico en vistas en alzado, cortes y piezas individuales. El brazo de soporte de electrodo (10) mostrado en las figuras es un brazo de soporte de electrodo (10) exterior de un horno de corriente trifásica. El horno de corriente trifásica dispone de tres brazos de soporte de electrodo (10) regulables de forma individual, transmitiendo cada brazo de  
35 soporte de electrodo (10) la corriente de una de las tres fases desplazadas eléctricamente

120 grados de la red de corriente trifásica. Visto desde la caseta del transformador, el brazo de soporte de electrodo (10) representado en las figuras de los tres brazos de soporte es el que está a la derecha. Durante el funcionamiento, cada uno de los brazos de soporte de electrodo (10) soporta un electrodo mediante un dispositivo de alojamiento de electrodo (100). Los electrodos fijados mediante un dispositivo de fijación de electrodo (101) están dispuestos sobre un círculo graduado común, ascendiendo el ángulo entre los electrodos en cada caso a 120 grados. En este caso, el electrodo del brazo de soporte de electrodo central en general está desplazado en dirección de la pared de la caseta del transformador. Mediante la activación hidráulica del dispositivo de fijación de electrodo (101) dispuesto en el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) se puede separar el electrodo.

El horno de arco eléctrico puede estar realizado también como horno de corriente continua. Un horno de corriente continua tiene un único brazo de soporte de electrodo (10) que, en general, lleva el electrodo que forma un cátodo. En el fondo del recipiente del horno de corriente continua está dispuesto un electrodo de fondo que forma un ánodo.

Durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico se lleva corriente eléctrica desde el transformador a través de líneas de corriente de alta intensidad de tipo manguera, flexibles, al o a los brazos de soporte de electrodo (10) y los electrodos. Para el funcionamiento del horno se enciende un arco voltaico entre el electrodo individual y el material usado, por ejemplo, chatarra de acero y calienta la misma. La intensidad de corriente de la corriente eléctrica transmitida a través del brazo de soporte de electrodo (10) asciende, por ejemplo, a 75 kiloamperios. El electrodo de grafito individual tiene, por ejemplo, un diámetro de 610 milímetros y está compuesto, por ejemplo, de tres a cuatro secciones de electrodo atornilladas entre sí. Tiene una masa total entre 9.000 y 12.000 kilogramos.

El brazo de soporte de electrodo (10) individual está asentado mediante por ejemplo dos placas de apoyo (18) y una placa de aislamiento sobre una columna de elevación. Mediante esta columna de elevación activada por ejemplo hidráulicamente, durante el funcionamiento del horno se elevan y descienden los electrodos para conseguir un arco voltaico estable en el baño fundido. Esta regulación se realiza de manera dinámica. La separación del electrodo individual de la columna de elevación asciende a 5,4 metros en el ejemplo de realización.

Para la fijación del brazo de soporte de electrodo (10) en la columna de elevación sirve una placa de fijación que se encuentra debajo de las placas de apoyo (18), que está fijada por ejemplo mediante tres uniones roscadas en el brazo de soporte de electrodo (10). En el

brazo de soporte de electrodo (10) están dispuestos para esto como elementos de fijación (11) tres casquillos con rosca (11). Las roscas interiores (12) de estos casquillos con rosca (11) tienen por ejemplo un diámetro nominal de 160 milímetros y una longitud de 300 milímetros. Para la adaptación de la placa de fijación a la columna de elevación puede estar  
5 dispuesto entre estos dos componentes un asiento de adaptación.

La totalidad del mecanismo de elevación de electrodos está configurado de forma que puede pivotar junto con todos los brazos de soporte de electrodo (10). El ángulo de pivotado asciende por ejemplo a 50 grados. Durante el pivotado, durante la elevación y durante el  
10 descenso de los brazos de soporte de electrodo (10) se deforman las líneas flexibles de corriente de alta intensidad, los conductos de agente de refrigeración y los conductos hidráulicos que unen la pared de la caseta del transformador con los brazos de soporte de electrodo (10).

15 Los brazos de soporte de electrodo (10) se solicitan por un espectro de carga cambiante. En el estado de reposo, por ejemplo, con el horno desconectado, se solicitan los brazos de soporte de electrodo (10) en esencia por fuerzas estáticas. Estas son, entre otras cosas, las sollicitaciones de flexión causadas por la masa propia del brazo de soporte de electrodo (10), el electrodo y los conductos flexibles.

20 Durante el funcionamiento se solicita el brazo de soporte de electrodo (10) adicionalmente por fuerzas dinámicas a causa de la regulación, así como por fuerzas eléctricas. Las últimas se producen en el horno de corriente trifásica por el flujo de corriente con desplazamiento de fase en los otros dos brazos de soporte de electrodo (10). En función de la situación  
25 momentánea de fase de los flujos de corriente adyacentes actúan fuerzas de atracción o de repulsión entre los brazos de soporte de electrodo (10).

El calor que asciende desde el acero líquido -la temperatura de colada de un horno de arco eléctrico puede ascender hasta a 1700 grados Celsius-, así como el flujo de corriente  
30 causan durante el funcionamiento del horno de arco eléctrico adicionalmente una sollicitación térmica del brazo de soporte de electrodo (10) individual.

En el ejemplo de realización, el brazo de soporte de electrodo (10) inclusive el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) tiene una longitud total de 7,7 metros. Su altura asciende  
35 aproximadamente a 800 milímetros y su anchura, a 430 milímetros. En el ejemplo de realización, el brazo de soporte de electrodo (10) tiene un corte transversal rectangular con

esquinas redondeadas. Pero el corte transversal puede estar configurado también en forma poligonal, redonda, elíptica, etc.

5 El brazo de soporte de electrodo (10) representado en las figuras comprende un cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) y el dispositivo de alojamiento de electrodo (100). En las representaciones de las Figuras 1 y 2, el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) está fijado en una placa de brida (23) del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21).

10 En el extremo posterior, opuesto al dispositivo de alojamiento de electrodo (100), del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21), una placa de conexión (22) cierra el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21). La placa de conexión (22) es una placa de cobre con un espesor de, por ejemplo, 20 milímetros. Se ha fabricado por ejemplo a partir de un cobre desoxidado con un reducido contenido en fósforo residual, por ejemplo, CU-HCP con el número de material EN CW021A y el número de material DIN 2.0070. La conductividad eléctrica de este material asciende, a una temperatura de 20 grados Celsius, a 57-59 megasiemens/metro. La resistencia eléctrica específica a una temperatura de 20 grados Celsius se encuentra por debajo de  $0,02 \cdot 10^{-6}$  ohmios por metro. Con ello es menor de  $0,05 \cdot 10^{-6}$  ohmios por metro. En la placa de conexión (22) están fijadas por ejemplo pestañas de conexión (24) que forman dos adaptadores (24). En cada una de estas pestañas de conexión (24) se fija por ejemplo un cable de corriente de alta intensidad. Están dispuestas otras dos pestañas de conexión (25) en el lado inferior del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21).

25 La placa de brida (23) está compuesta, en el ejemplo de realización, por una placa de acero y una placa de cobre soldada a la misma en puntos individuales. La placa de cobre está fabricada del mismo material que la placa de conexión (22). En este caso, la placa de cobre sobresale de la placa de acero y cierra el extremo anterior del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21). En la placa de brida (23) están dispuestos por ejemplo manguitos con rosca interior (26) para el alojamiento de tornillos de sujeción para la fijación del dispositivo de alojamiento de electrodo (100).

35 El cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) tiene en el ejemplo de realización a lo largo de su longitud un corte transversal esencialmente constante. En la vista superior, el tercio anterior de este cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) de la fase derecha está acodado alejándose 3,5 grados del centro del horno. Sin embargo, el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) puede estar configurado también sin acodamiento.

Como está representado en las Figuras 3-7, el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) comprende un cuerpo de soporte (31) y un cuerpo de conducción (71). En este caso, el cuerpo de conducción (71) situado en el exterior está separado mediante separadores (61, 62) del cuerpo de soporte (31) situado en el interior.

5

El cuerpo de soporte (31) comprende, en el ejemplo de realización representado, un soporte perfilado (32) orientado en dirección longitudinal del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21), en cuyos lados longitudinales (33) están dispuestas chapas laterales (36, 37). El soporte perfilado (32) es, por ejemplo, un soporte en doble T, por ejemplo, un soporte en I de alas anchas HEB IPB 700 según la norma EN 10034 y la norma DIN 1025 hoja 2. Es concebible también otra forma constructiva de un soporte de doble T. Se ha fabricado a partir de acero de construcción no aleado, laminado en caliente, por ejemplo, S235JR con el número de material 1.0037. La longitud total del soporte perfilado (32) de dos piezas en el ejemplo de realización se corresponde con la longitud del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21). Las chapas laterales (36, 37) se componen del mismo material que el soporte perfilado (32). En el ejemplo de realización tienen un espesor de 16 milímetros. Están soldadas en la brida de soporte perfilado superior (34) e inferior (35) con el mismo. El espacio hueco (38) rodeado por las chapas laterales (36, 37) y el soporte perfilado (32) puede estar cerrado, a excepción de una ventilación hacia el entorno (1), de forma estanca a gases y líquidos.

20

En la brida (35) inferior y en el travesaño longitudinal central (39) vertical del soporte perfilado (32) están dispuestos los casquillos con rosca (11). Allí por ejemplo están introducidos mediante soldadura. Las roscas interiores (12) están dirigidas hacia abajo. A ambos lados del travesaño longitudinal central (39), las chapas de refuerzo (41) refuerzan el soporte perfilado (32) en la zona de los casquillos con rosca (11).

25

El cuerpo de soporte (31) presenta con ello en el corte transversal un perfil cerrado. Su máximo momento de inercia de superficie es al menos cinco veces tan grande como su mínimo momento de inercia de superficie. El eje principal del mayor momento de inercia de superficie del perfil de corte transversal está orientado normal con respecto a la dirección vertical. El eje principal del menor momento de superficie del perfil de corte transversal del cuerpo de soporte (31) está orientado con ello en dirección vertical. La dirección de este segundo eje principal se corresponde al menos aproximadamente con la dirección de sollicitación principal del cuerpo de soporte (31).

35

En lugar del soporte de doble T, el soporte perfilado (32) puede ser también un soporte entabicado. Este puede estar compuesto por ejemplo por uno o varios perfiles rectangulares o perfiles cuadrados que pueden estar dispuestos unos al lado de otros o unos sobre otros. Es concebible también el empleo de un soporte perfilado en forma de T, por ejemplo, en el caso de un brazo de soporte de electrodo (10) con corte transversal circular.

En las chapas laterales (36, 37) están dispuestos los pasos (42-44), compárese con la Figura 7. El paso (42) une mediante una pieza de tubo de unión (16) los dos lados del cuerpo de soporte (31).

A través del paso (43) se ha pasado un conducto hidráulico (46). El mismo se ha pasado en el espacio interior (38) del cuerpo de soporte (31) a través de las chapas de refuerzo (41). El conducto hidráulico (46) tiene por ejemplo una anchura nominal de 8 milímetros y está compuesto de un material auténtico resistente a la corrosión, por ejemplo, X5CrNi18-10. A este conducto hidráulico (46) se puede conectar el dispositivo de separación de electrodo (102) del dispositivo de alojamiento de electrodo (100).

A través del paso (44) se ha pasado un conducto de agua de refrigeración (47). A este conducto de agua de refrigeración (47) está conectado durante el funcionamiento el dispositivo de refrigeración de electrodo (103) con el anillo de pulverización (104). También es concebible prever pasos de las chapas laterales (36, 37) para inundar el espacio interior (38).

Sobre la superficie exterior del cuerpo de soporte (31) están dispuestos separadores (61, 62), compárese con las Figuras 3-5 y 7. Esto son chapas de travesaño (61) alineadas en dirección longitudinal (27) del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) y travesaños de separación (62). En el ejemplo de realización tienen una altura de 35 milímetros y una anchura de 12 milímetros. Los travesaños de separación (62) están dispuestos en el centro sobre la brida de soporte perfilado superior (34) e inferior (35). Están soldados de forma continua de manera estanca a líquidos con el cuerpo de soporte (31). En los demás separadores (61), el cordón de soldadura (63) realizado como cordón de garganta en el cuerpo de soporte (31) puede ser continua o estar interrumpida. Alrededor del cuerpo de soporte (31) se configuran con ello 16 canales longitudinales (64, 65). Sobre cada chapa lateral (36, 37) están dispuestos cuatro canales (64), cuatro canales (65) adicionales están configurados a lo largo de los cantos longitudinales (48) del cuerpo de soporte (31). En cada caso ocho canales (64, 65) están unidos unos a otros. Las chapas de travesaño (61)

dispuestas entre los canales (64, 65) pueden estar configuradas más cortas de lo que está representado. Por ejemplo, pueden estar dispuestas varias chapas de travesaño (61) a lo largo de una línea.

5 Cada separador (61, 62) está compuesto por un material compuesto. Este material compuesto tiene al menos una primera capa (68) y al menos una capa adicional (69). En el ejemplo de realización, cada separador (61, 62) está producido a partir de una chapa de acero plaqueada con cobre. La primera capa (68) es una capa de acero (68). Esta está producida a partir del material del cuerpo de soporte (31) o a partir de otro material de acero.  
10 El material de la capa de acero (68) es por lo tanto similar al material del cuerpo de soporte (31). La capa adicional (69) es una capa de cobre (69). Esta tiene por ejemplo un espesor de ocho milímetros. El material de la capa de cobre (69) puede ser idéntico al material del cuerpo de conducción (71). En cambio, esta puede estar compuesta también de otro material de cobre. Cada uno de los separadores (61; 62), con su capa de acero (68),  
15 delimita con el cuerpo de soporte (31). La capa de cobre (69) respectiva sobresale hacia fuera.

Los dos grupos de canales (66, 67) formados por los canales (64, 65) individuales tienen la misma sección de corte transversal. Están unidos entre sí a través del dispositivo de alojamiento de electrodo (100). Dado el caso, el grupo de canales izquierdo (66) y el  
20 derecho (67) también pueden estar unidos entre sí hidráulicamente en la zona de la placa de brida (23).

Los separadores (61, 62) llevan el cuerpo de conducción (71). En la representación del corte transversal de la Figura 3, el cuerpo de conducción (71) comprende dos chapas de conducción de cobre (72, 73; 89, 91) con forma de carcasa, dobladas en forma de u, que rodean el cuerpo de soporte (31). La Figura 6 muestra una chapa de conducción de cobre (72) de este tipo. El material de las chapas de conducción de cobre (72, 73; 89, 91) de por  
25 ejemplo 10 milímetros de espesor se corresponde con el material de cobre que se ha mencionado anteriormente. El material del cuerpo de conducción (71) tiene por lo tanto una resistencia específica menor que el material del cuerpo de soporte (31).  
30

La chapa de conducción de cobre (72; 73; 89; 91) individual está producida a partir de una plancha de chapa rectangular, por ejemplo, mediante un procedimiento de conformación en  
35 frío. En la chapa de conducción de cobre (72) representada, las dos ramas (74, 75) dirigidas en la misma dirección tienen la misma longitud. El radio de curvatura en la transición a la

parte principal (76) asciende en el lado interior (77) de la chapa de conducción de cobre (72) a 25 mm.

5 En la rama (74) superior está dispuesta una entalladura (78). Cuando el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) está montado, la misma rodea un ojal de transporte (49).

10 La rama (75) inferior de la chapa de conducción de cobre (72) representada en la Figura 6, configurada como carcasa (72), presenta dos entalladuras (79, 81). Con el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) montado, estas entalladuras (79, 81) rodean la placa de apoyo (18) y los elementos de fijación (11) del brazo de soporte de electrodo (10). En las dos ramas (74, 75) y en la parte principal (76) de la chapa de conducción de cobre (72) están introducidas ranuras longitudinales (82). Cada una de estas ranuras longitudinales (82) tiene en el ejemplo de realización 80 milímetros de longitud y 12 milímetros de anchura. La separación de dos ranuras longitudinales (82) dispuestas en una línea asciende por ejemplo a 120 milímetros. Las hileras (83) individuales de las ranuras longitudinales (82) están dispuestas con desplazamiento entre sí. La separación media de las hileras (83) se corresponde con la separación media de los separadores (61, 62).

20 En la parte principal (76) de la chapa de conducción de cobre (72) representada, están dispuestos además cuatro pasos (84-86, 96). A través de dos pasos (84, 85) grandes, están atravesados, con el brazo de soporte de electrodo (10) montado, conductos de agua de refrigeración. A través del paso (86) de menor diámetro se ha atravesado, con el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) montado, por ejemplo el conducto hidráulico (46) para el dispositivo de separación de electrodo (102) y a través del cuarto paso (96) se ha pasado el conducto de agua de refrigeración (47) para el dispositivo de refrigeración de electrodo (103). Los cantos libres (87) de la chapa de conducción de cobre (72) tienen en el ejemplo de realización una preparación de cordón de soldadura (88), cuya profundidad asciende al 80 % del espesor del material. El ángulo de oblicuidad asciende por ejemplo a 30 grados.

30 Con la estructuración del cuerpo de brazo de soporte (31) se introducen en primer lugar las entalladuras (51) para los elementos de fijación (11) en el soporte perfilado (32). En el ejemplo de realización del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) acodado se unen entre sí las dos secciones (52, 53) del soporte perfilado (32). Después de la introducción por soldadura de los casquillos con rosca (11) se insertan, fijan y sueldan las chapas de refuerzo (41). Por ejemplo, en la brida de soporte perfilado (18) inferior se puede fijar la placa de apoyo (18). En el espacio interior (38) del cuerpo de soporte (31) se introduce y se fija el

conductor hidráulico (46). En la siguiente etapa se colocan y se sueldan las chapas laterales (36, 37) en las bridas de soporte perfilado (34, 35). Sobre el lado superior (55) del soporte perfilado (32) se sueldan por ejemplo dos ojales de transporte (49). Todas las partes portantes del cuerpo de soporte (31) fabricado de este modo se componen del mismo material. Por tanto, se puede emplear en todos lados el mismo procedimiento de unión. El cuerpo de soporte (31) tiene un perfil cerrado en el corte transversal.

En la siguiente etapa de la fabricación se fijan y se sujetan los separadores (61, 62) sobre el cuerpo de soporte (31). A este respecto se sueldan entre sí por ejemplo dos cuerpos de acero (31, 68). A continuación, se colocan y se fijan los elementos de cuerpo de conducción (72, 73, 89, 91) con forma de carcasa en los separadores (61, 62). En el lado superior (55) del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) se unen los elementos de cuerpo de conducción (72, 73, 89, 91) con los travesaños de separación (62) y entre sí mediante en cada caso un cordón de soldadura (92) continuo. En la soldadura de los dos cuerpos de cobre (69, 71) se emplea por ejemplo un material de adición de soldadura de cobre-estaño. En los ojales de transporte (49), el cordón de soldadura (92) está conducido alrededor de los mismos. En el lado inferior (28) del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) está conducido el cordón de soldadura (93) por lo demás continuo alrededor de las placas de apoyo (18). En la zona de los ojales de transporte (49) y de las placas de apoyo (18) se realizan soldaduras entre cobre y acero, por ejemplo, con un bronce de aluminio como material de adición de soldadura.

A lo largo de los separadores (61) se sueldan los elementos de cuerpo de conducción (72, 73, 89, 91) con los mismos a través de las ranuras longitudinales (82) desde el exterior. También estas soldaduras son soldaduras de cobre-cobre. Dado el caso se pueden emplear chapas de adaptación (94) con la placa de brida (23). En el lado frontal trasero se coloca la placa de conexión (22) y se suelda con las partes restantes del cuerpo de conducción (71). Ahora, el cuerpo de conducción (71) rodea el cuerpo de soporte (31). Su perfil cerrado en la zona de los cordones de soldadura (92, 93) tiene los mismos planos de simetría que el cuerpo de soporte (31). En el ejemplo de realización representado, el máximo momento de inercia de superficie del cuerpo de soporte (31) en el mismo corte transversal es un 70 % mayor que el máximo momento de inercia de superficie del cuerpo de conducción (71). También es concebible configurar el cuerpo de soporte (31) y el cuerpo de conducción (71) de tal modo que el máximo momento de inercia de superficie del cuerpo de soporte (31) sea al menos un 25 % mayor que el máximo momento de inercia de superficie del cuerpo de conducción (71).

La proporción del máximo momento de inercia de superficie del cuerpo de soporte (31) en el máximo momento de inercia de superficie de la totalidad del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) asciende en el ejemplo de realización al 58 %. Esta proporción puede ser mayor o igual al 50 %.

5

En los pasos (84-86, 96) se disponen bridas (95) que están eléctricamente aisladas con respecto al cuerpo de conducción (71). Es concebible también otro orden de la estructuración del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21).

10

El cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) se compone de los componentes disponibles en el mercado. Para todos los cordones de soldadura del cuerpo de soporte (31) se puede emplear por ejemplo un procedimiento de metal-gas inerte. Para los cordones de soldadura del cuerpo de conducción (71) se puede usar de forma unitaria un procedimiento de soldadura de cobre-cobre. El cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) se puede fabricar por tanto de forma rápida y económica. A causa del gran momento de inercia de superficie con respecto al eje principal horizontal, tiene resistencia a la deformación frente a sollicitaciones de flexión y torsión que son causadas por fuerzas estáticas y fuerzas debidas al funcionamiento.

15

20

Al cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) se puede conectar el dispositivo de alojamiento de electrodo (100). En este caso se puede abridar el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) al cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) o se puede soldar al mismo. Son concebibles también otros procedimientos de unión. El dispositivo de alojamiento de electrodo (100) comprende el dispositivo de fijación de electrodo (101), el dispositivo de separación de electrodo (102) y un dispositivo de refrigeración de electrodo (103). El dispositivo de sujeción de electrodo (101) solicitado por resorte inmoviliza después de la inserción el electrodo mediante, por ejemplo, tres mordazas de inmovilización (105). Este dispositivo de sujeción se puede desbloquear mediante un dispositivo de separación (102) que se activa hidráulicamente, que comprende por ejemplo un cilindro de alta presión de acción simple. El cilindro hidráulico se puede conectar a través del conducto hidráulico (46) conducido en el cuerpo de soporte (31) y una conexión de tubo flexible hacia la pared de la caseta del transformador con un grupo hidráulico.

25

30

35

El dispositivo de refrigeración de electrodo (103) comprende el anillo de pulverización (104), a través de cuyas aberturas dirigidas en dirección del electrodo sale agua de refrigeración y refrigera durante el funcionamiento del horno el electrodo. El dispositivo de refrigeración de

electrodo (103) está unido con el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) y mediante otros conductos de manguera flexibles con la pared de la caseta del transformador. Dado el caso, el dispositivo de refrigeración de electrodo (103) puede estar unido también con la refrigeración de brazo de soporte. Los conductos de manguera (106) unen el cuerpo de soporte de brazo de electrodo (21) con el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) para la refrigeración del dispositivo de separación de electrodo (102).

Para el funcionamiento se fija el brazo de soporte de electrodo (10) preparado de este modo sobre una columna de elevación de electrodo. A las pestañas de conexión (24, 25) del brazo de soporte de electrodo (10) se conectan los cables de corriente de alta intensidad. A la conexión hidráulica (13) se fija la manguera hidráulica que sale de la pared de la caseta del transformador. A la conexión de agua de refrigeración (17) se enrosca la manguera para el dispositivo de refrigeración de electrodo (103). Además, se conectan en el lado derecho del brazo de soporte de electrodo (10) representado dos mangueras de agua de refrigeración. Las dos tienen en el ejemplo de realización una anchura nominal de 80 milímetros. La conexión (14) inferior es, por ejemplo, la conexión de alimentación (14) y la conexión superior (15), la conexión de retorno (15).

La refrigeración del brazo de soporte de electrodo (10) se realiza por ejemplo mediante una corriente volumétrica de 45 metros cúbicos por hora y con una presión de  $6 \cdot 10^5$  Newton por metro cuadrado. El circuito de agua de refrigeración puede estar configurado como circuito abierto o cerrado. El agua de refrigeración desmineralizada fluye en el lado derecho en la vista superior del brazo de soporte de electrodo (10) por el grupo de canales (67) entre el cuerpo de soporte (31) y el cuerpo de conducción (71). Después de fluir por el dispositivo de alojamiento de electrodo (100), el agua fluye a través del grupo de canales (66) izquierdo y una pieza de tubo de unión (16) de vuelta hacia la segunda conexión de agua de refrigeración (15). Es concebible también otro recorrido de agua de refrigeración. En este caso, la geometría de canal y las fijaciones a ambos lados de los separadores (61, 62) evitan que se abolle el brazo de soporte de electrodo (10). Dado el caso puede estar refrigerado también el espacio interior (38) del cuerpo de soporte (31). La pérdida de presión en el brazo de soporte de electrodo (10) asciende en el ejemplo de realización a  $2 \cdot 10^5$  Newton por metro cuadrado.

Durante el funcionamiento del horno se transporta la corriente eléctrica en el brazo de soporte de electrodo (10) a lo largo del cuerpo de conducción (71). Con un horno de corriente trifásica se realiza un desplazamiento del flujo de corriente a la pared exterior del

cuerpo de conducción (71), de tal manera que el cuerpo de soporte (31) que contiene hierro se calienta solo ligeramente por el flujo de corriente. La profundidad de penetración de la corriente, que depende de la frecuencia de red, de la permeabilidad y de la conductividad eléctrica del cuerpo de conducción (71), asciende en el ejemplo de realización con una frecuencia de red de 50 hercios a 9,5 milímetros. Con ello, la profundidad de penetración es menor que el espesor de los elementos de cuerpo de conducción (72, 73, 89, 91). Con la distribución heterogénea asumida de la densidad de corriente a través del corte transversal del cuerpo de conducción (71), en el ejemplo de realización la máxima densidad de corriente es menor de 4,5 amperios por milímetro cuadrado.

El brazo de soporte de electrodo (10) descrito está estructurado de tal modo que después de un desmontaje se pueden separar sin problemas uno de otros los materiales empleados individuales.

Son concebibles también combinaciones de los distintos ejemplos de realización.

#### Lista de referencias

- |    |    |                                                 |
|----|----|-------------------------------------------------|
|    | 1  | entorno                                         |
| 20 | 10 | brazo de soporte de electrodo                   |
|    | 11 | elementos de fijación, casquillos con rosca     |
|    | 12 | roscas interiores                               |
|    | 13 | conexión hidráulica                             |
|    | 14 | conexión de agua de refrigeración, alimentación |
| 25 | 15 | conexión de agua de refrigeración, retorno      |
|    | 16 | pieza de tubo de unión                          |
|    | 17 | conexión de agua de refrigeración               |
|    | 18 | placa de apoyo                                  |
| 30 | 21 | cuerpo de brazo de soporte de electrodo         |
|    | 22 | placa de conexión                               |
|    | 23 | placa de brida                                  |
|    | 24 | adaptadores, pestañas de conexión               |
|    | 25 | pestañas de conexión                            |
| 35 | 26 | manguitos con rosca interior                    |
|    | 27 | dirección longitudinal                          |

	28	lado inferior
	31	cuerpo de soporte
	32	soporte perfilado
5	33	lados longitudinales
	34	brida de soporte perfilado superior
	35	brida de soporte perfilado inferior
	36	chapas laterales
	37	chapa lateral
10	38	espacio hueco, espacio interior
	39	travesaño longitudinal central
	41	chapas de refuerzo
	42	paso
15	43	paso
	44	paso
	46	conducto hidráulico
	47	conducto de agua de refrigeración
20	48	cantos longitudinales
	49	ojales de transporte
	51	entalladuras
	52	sección de (32)
25	53	sección de (32)
	55	lado superior
	61	separador, chapas de travesaño
30	62	separador, travesaños de separación
	63	cordón de soldadura
	64	canales longitudinales
	65	canales longitudinales
	66	grupo de canales
35	67	grupo de canales
	68	primera capa de (61, 62), capa de acero

	69	capa adicional de (61, 62), capa de cobre
	71	cuerpo de conducción
	72	chapa de conducción de cobre, carcasa, elementos de cuerpo de conducción
5	73	chapa de conducción de cobre, carcasa, elementos de cuerpo de conducción
	74	rama, arriba
	75	rama, abajo
	76	parte principal
	77	lado interior
10	78	entalladura
	79	entalladura
	81	entalladura
	82	ranuras longitudinales
15	83	hilera de (82)
	84	paso
	85	paso
	86	paso
	87	cantos libres
20	88	preparación de cordón de soldadura
	89	elemento de cuerpo de conducción
	91	elemento de cuerpo de conducción
	92	cordón de soldadura
25	93	cordón de soldadura
	94	chapas de adaptación
	95	bridas
	96	paso
30	100	dispositivo de alojamiento de electrodo
	101	dispositivo de sujeción de electrodo
	102	dispositivo de separación de electrodo
	103	dispositivo de refrigeración de electrodo
	104	anillo de pulverización
35	105	mordazas de inmovilización y de contacto
	106	conductos de manguera

**REIVINDICACIONES**

1. Brazo de soporte de electrodo (10) de un horno de arco eléctrico, que comprende un cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) que lleva corriente y a través del cual se puede hacer  
5 fluir un agente de refrigeración, donde el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) comprende en el lado frontal adaptadores (24) para cables de corriente de alta intensidad y está configurado para permitir el acoplamiento en el lado opuesto a los adaptadores (24) del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21), de un dispositivo de alojamiento de electrodo (100),
- 10 - en el que el cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) presenta un cuerpo de soporte (31) que comprende un soporte perfilado (32) y un cuerpo de conducción (71) separado de este mediante separadores (61, 62), formado por dos carcasas (72, 73) en el corte transversal,  
- en el que en o dentro del soporte perfilado (32) están dispuestos elementos de fijación de  
15 brazo de soporte de electrodo (11) para la fijación del cuerpo de brazo de soporte de electrodo (21) en un dispositivo de elevación de electrodo y  
- en el que el cuerpo de soporte (31) comprende un perfil cerrado, cuyo mayor momento de inercia de superficie es más de un 25 % mayor que el mayor momento de inercia de superficie del cuerpo de conducción (71) en el mismo corte transversal, caracterizado  
- por que el material del cuerpo de conducción (71) tiene una resistencia eléctrica específica  
20 menor que el material del cuerpo de soporte (31),  
- por que cada separador (61, 62) está compuesto por un material compuesto que presenta al menos una primera capa (68) de un material similar al material del cuerpo de soporte (31) y al menos una capa adicional (69) de un material similar al material del cuerpo de conducción (71),
- 25 - por que cada uno de los separadores (61, 62), con la primera capa (68) respectivamente, delimita con el cuerpo de soporte (31) y, con la capa adicional (69) respectiva, delimita con el cuerpo de conducción (71).
2. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por  
30 que el mayor momento de inercia de superficie del cuerpo de soporte (31) se corresponde al menos a cinco veces el menor momento de inercia de superficie del cuerpo de soporte (31) en el mismo corte transversal.
3. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por  
35 que el cuerpo de soporte (31) comprende un travesaño longitudinal central (39) orientado en el eje principal del menor momento de inercia de superficie.

4. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los separadores (61, 62) están fijados en el cuerpo de soporte (31) y por que el cuerpo de conducción (71) está soldado desde el exterior con los separadores (61, 62).

5

5. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el cuerpo de conducción (71) es de un material cuya resistencia eléctrica específica a una temperatura de 20 grados Celsius es menor de  $0,05 * 10^{-6}$  ohmios por metro.

10 6. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que los cordones de soldadura (92, 93) de las dos carcasas (72, 73) del cuerpo de conducción (71) coinciden con un travesaño de separación (62) continuo, que forma una junta de separación estanca a líquidos entre dos grupos de canales (66, 67).

15 7. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que el cuerpo de soporte (31) presenta un espacio interior (38) que está adaptado para unirse o que está unido con el entorno (1).

20 8. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una placa de brida (23) para la fijación del dispositivo de alojamiento de electrodo (100).

9. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1 caracterizado por que comprende adicionalmente un dispositivo de alojamiento de electrodo (100).

25

10. Brazo de soporte de electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que el dispositivo de alojamiento de electrodo (100) comprende un dispositivo de separación de electrodo (102) hidráulicamente activable, el cual incluye un cilindro de acción simple que está conectado a un conducto hidráulico (46) que se extiende en el espacio interior (38) del cuerpo de soporte (31).

30

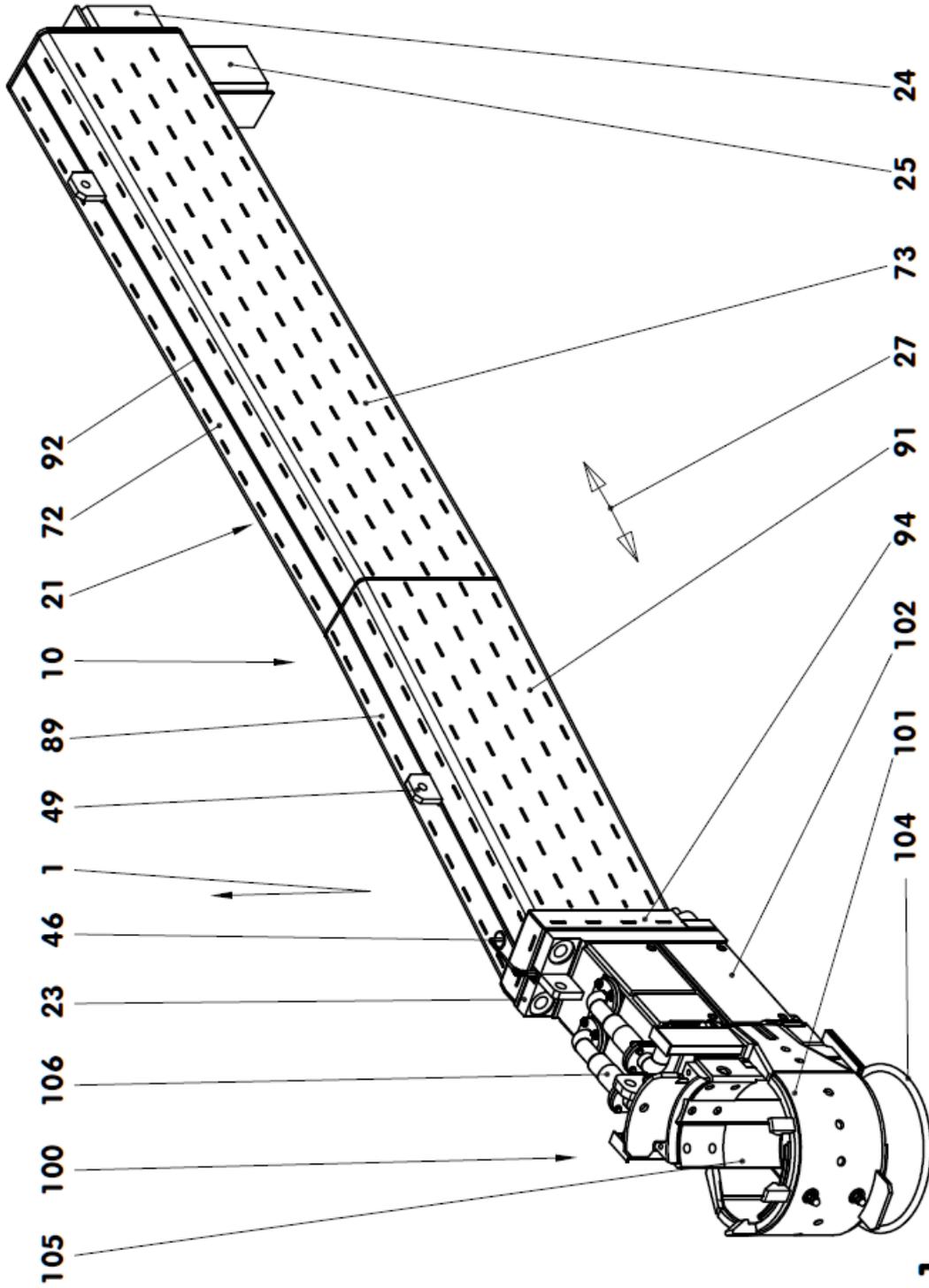


Fig. 1

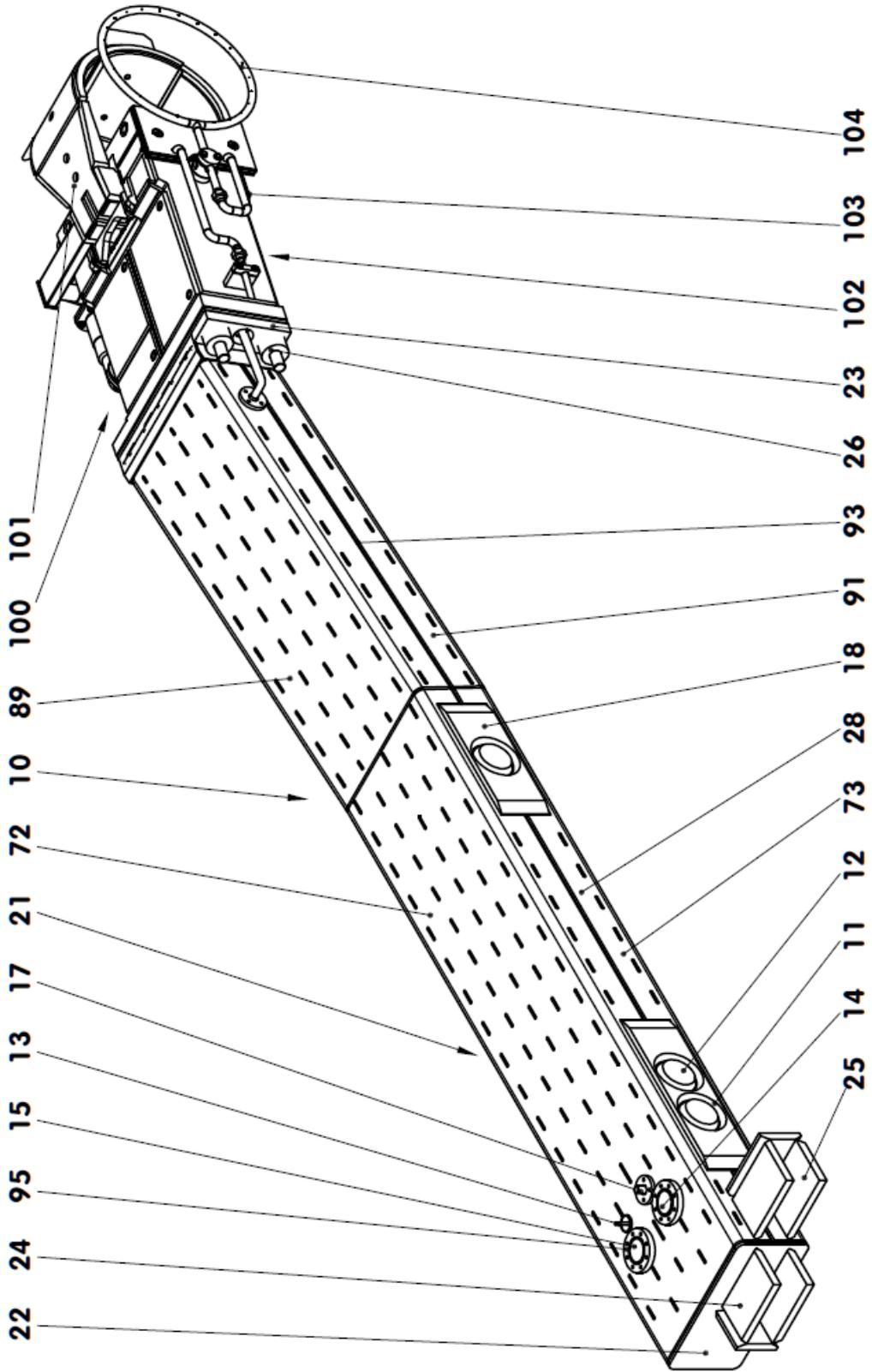


Fig. 2

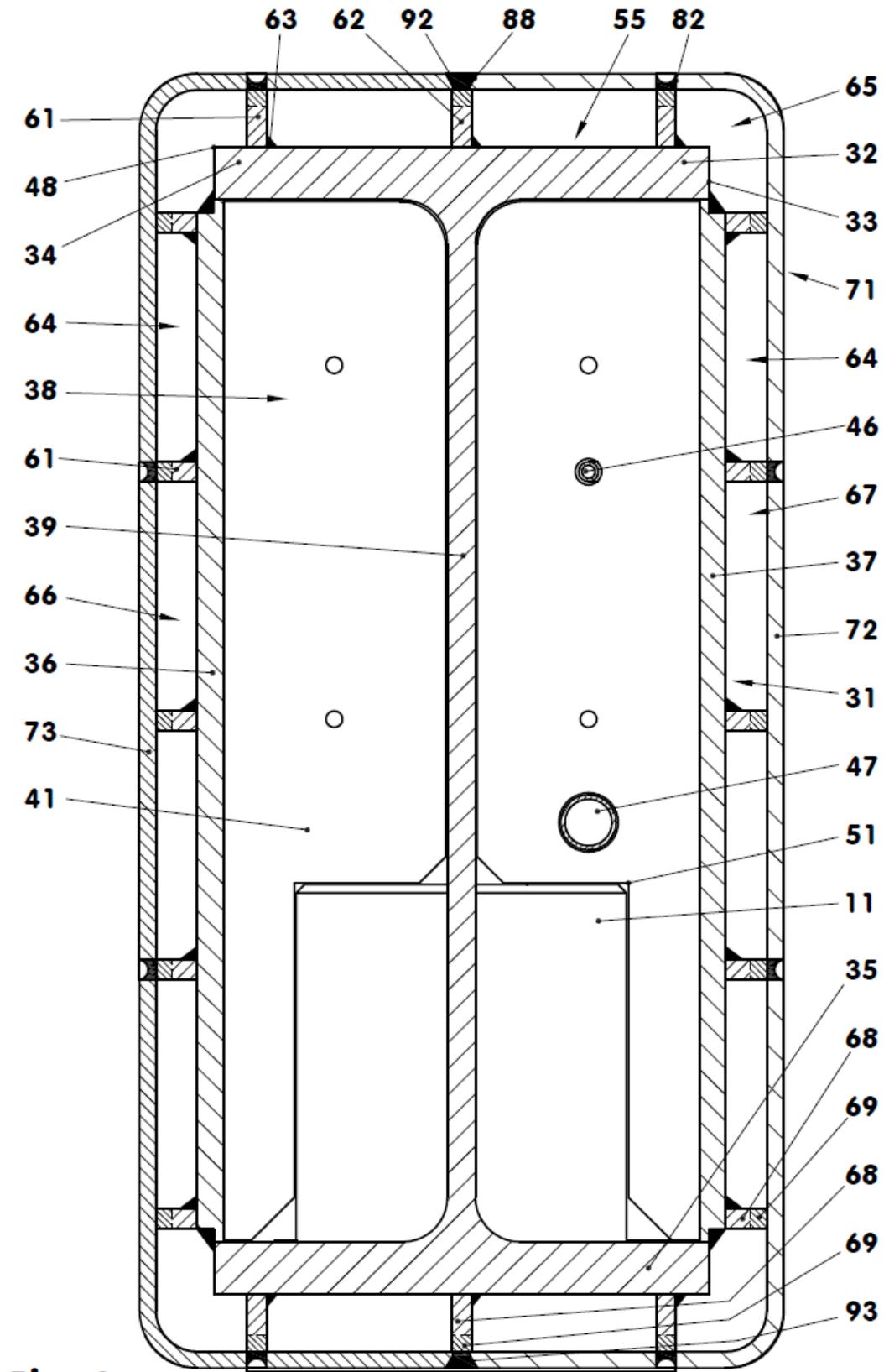
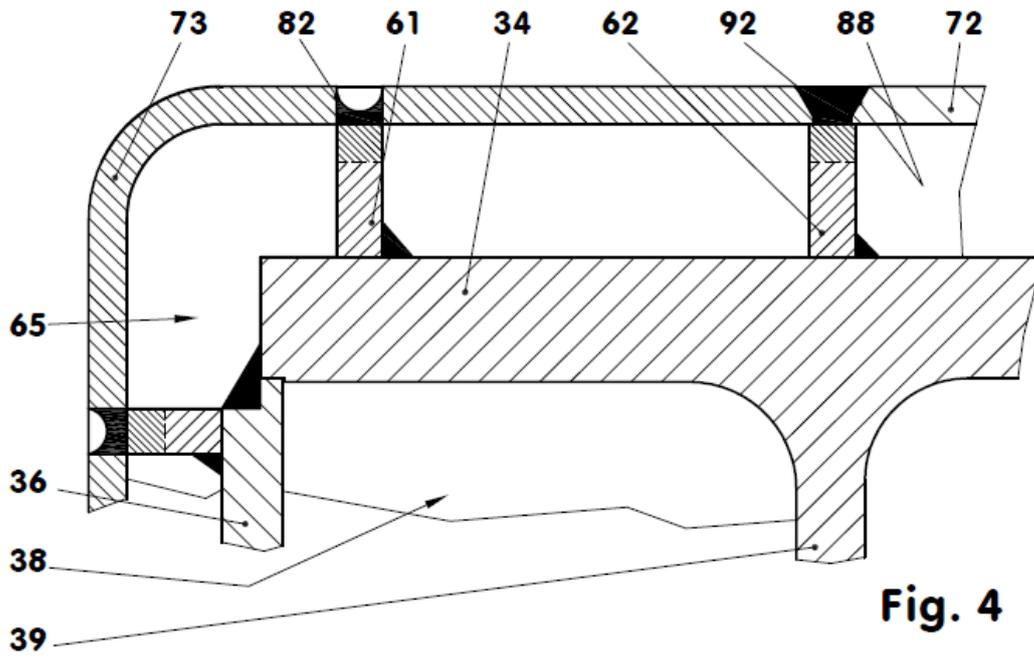
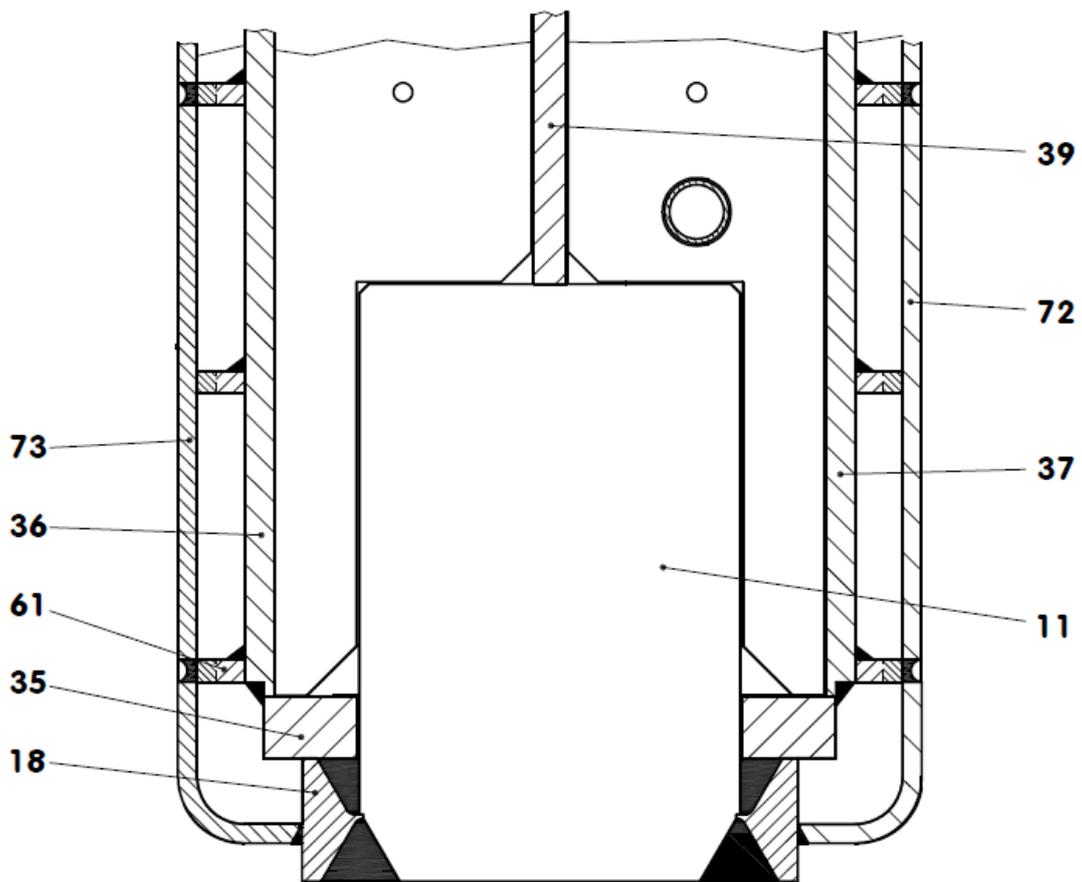


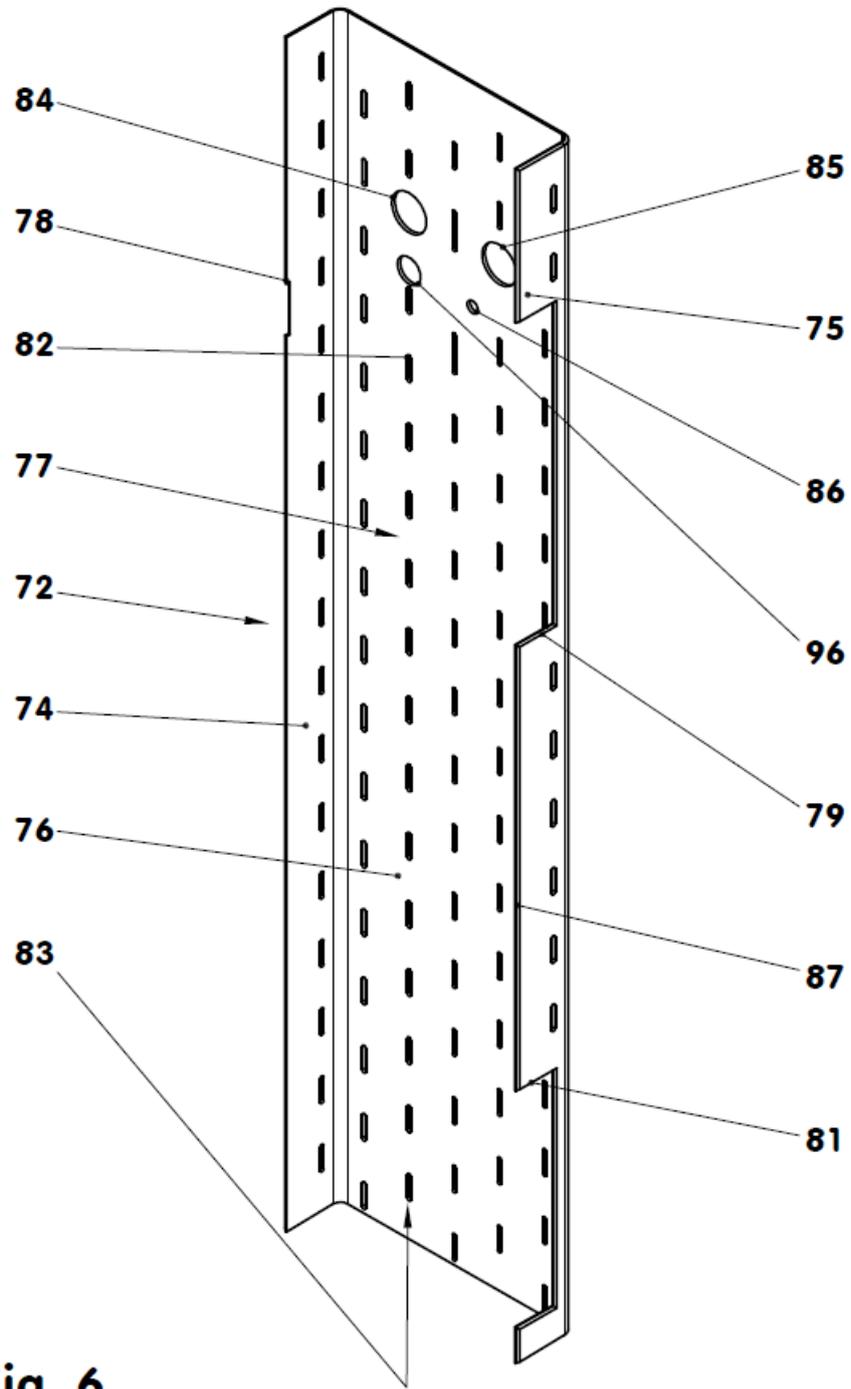
Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**

