

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 915 664**

51 Int. Cl.:

H05K 7/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2018** **PCT/EP2018/053055**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2018** **WO18146136**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2018** **E 18703990 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2022** **EP 3581005**

54 Título: **Aparato eléctrico y procedimiento para la fabricación de un aparato eléctrico**

30 Prioridad:

11.02.2017 DE 102017001351

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

24.06.2022

73 Titular/es:

**KOSTAL AUTOMOBIL ELEKTRIK GMBH & CO.
KG (100.0%)**

**An der Bellmerlei 10
58513 Lüdenscheid, DE**

72 Inventor/es:

**WESSEL, SVEN;
LENKENHOFF, CHRISTIAN y
HEES, NORBERT**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES, S.L.P.

ES 2 915 664 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato eléctrico y procedimiento para la fabricación de un aparato eléctrico

- 5 La invención se refiere a un aparato eléctrico con una electrónica de potencia que está alojada dentro de una carcasa de metal, en el cual componentes de la electrónica de potencia están dispuestos sobre una primera superficie principal de un soporte de circuito compuesto por una placa base metálica y al menos una capa de un material conductor estructurado sobre un dieléctrico, y en el cual al menos una pared de separación de la carcasa está en contacto directo con un medio de refrigeración fluido, y en el cual la pared de separación de la carcasa está formada al menos
- 10 parcialmente por el soporte de circuito, de manera que su segunda superficie principal, opuesta al lado de componentes, está en contacto directo con el medio de refrigeración fluido, y en el cual el soporte de circuito está unido de forma estanca al fluido a la carcasa restante mediante una unión soldada, así como a un procedimiento para la fabricación de un aparato eléctrico de este tipo.
- 15 Para evacuar de la manera más efectiva posible el calor generado por la pérdida de potencia originada en una electrónica de potencia, existen diversas posibilidades. En el caso de pérdidas de potencia reducidas, es suficiente si una placa de circuito impreso que aloja los componentes de potencia se presiona contra una carcasa refrigerada por aire o agua. Pero esta variante está limitada a pérdidas de potencia pequeñas, ya que los materiales de placa de circuito impreso empleados normalmente, por una parte, tienen ellos mismos una conductividad térmica reducida, -
- 20 por ejemplo, para FR4, es de aprox. $0,2 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ – y por otra parte, la transferencia de calor de la placa de circuito impreso a la carcasa refrigerada empeora por la más mínima irregularidad. La superficie que no está en contacto directo con la contrasuperficie y, por tanto, tiene que disipar su calor a través de un trayecto aéreo, presentando el aire una conductividad térmica de solo aproximadamente $0,02 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, experimentará con el paso del tiempo un aumento de temperatura que puede dañar tanto la placa de circuito impreso misma como los componentes situados sobre ella. A este respecto, aportan una mejora los llamados rellenos de huecos o almohadillas de huecos. Son
- 25 materias sintéticas pastosas o espumosas o tiras adhesivas que después del montaje permiten una mejor transferencia de calor. Este tipo de sustancias tienen una conductividad térmica de aproximadamente $2 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, es decir que son mejores que el aire por el factor 100.
- 30 En los últimos años, especialmente en la industria de la iluminación se ha establecido un procedimiento novedoso en el que una estructura de una o varias capas de pistas conductoras y componentes dispuestos sobre estas se laminan directamente sobre una placa de aluminio o de cobre para conseguir la transferencia de calor más directa posible a la placa base. El aluminio tiene una muy buena conductividad térmica, que según las especificaciones es de aproximadamente $220 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, en el caso del cobre, este valor es incluso de aproximadamente $400 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$. El calor de un punto de calor local es distribuido por la placa sobre una gran superficie. Estas llamadas placas de circuito impreso IMS (sustratos metálicos aislados) se caracterizan por su evacuación de calor especialmente buena y están entrando en cada vez más aplicaciones de la electrónica de potencia.
- 40 Estos soportes de circuito también se pueden insertar en las carcasa de aluminio fundido a presión refrigeradas por agua que entretanto son habituales, aunque también aquí sigue existiendo la problemática de generar una buena transferencia de calor desde la placa de aluminio a la carcasa de fundición. Esto se realiza habitualmente con una pasta termoconductora o un adhesivo termoconductor como material de interfaz, lo que genera una transferencia de calor adicional y costos adicionales.
- 45 El documento DE102013109589A1 muestra un módulo semiconductor de potencia con un cuerpo de refrigeración en el que un cordón de soldadura une una placa de refrigeración a un componente de carcasa de refrigeración, bajo la formación de un espacio hueco. Por el espacio hueco puede fluir un líquido refrigerante para la refrigeración de los componentes semiconductores de potencia.
- 50 El documento US2003/0053294A1 muestra un aparato eléctrico según el preámbulo de la reivindicación 1. En este aparato, el soporte de circuito está acoplado directamente al circuito de refrigeración, de manera que el calor puede transferirse directamente al medio de refrigeración a través de la placa base del soporte de circuito. En una forma realización de este aparato eléctrico, el soporte de circuito está unido a la carcasa restante de forma estanca a los fluidos por medio de un procedimiento de soldadura por fricción y agitación.
- 55 El aparato eléctrico según la presente invención tiene en comparación con el estado de la técnica la ventaja de ser de fabricación especialmente fácil y económica y de presentar además un cierre estanco a los fluidos de la carcasa, que puede resistir sin problemas las presiones de hasta aproximadamente 10 bar que en casos extremos se producen en el canal de refrigeración.
- 60 Esto se consigue en el aparato eléctrico según la invención por el hecho de que el medio de refrigeración es agua que es conducida a lo largo de la carcasa por un canal de refrigeración que está formado por un elemento de conducción de agua de materia sintética dispuesto entre la pared de separación de la carcasa y una tapa, y de que, antes de la soldadura, el soporte de circuito se inserta en una abertura desde el lado del agua, descansando allí sobre un talón
- 65 circunferencial.

El procedimiento según la invención para la fabricación de un aparato eléctrico de este tipo, en el que el soporte de circuito se une a la carcasa restante de forma estanca a los fluidos por medio de un procedimiento de soldadura por fricción y agitación, se caracteriza por que antes de la realización del procedimiento de soldadura por fricción y agitación, el soporte de circuito se dota de los componentes electrónicos, y por que mediante un soporte con una buena conducción de calor, el calor de proceso del procedimiento de soldadura por fricción y agitación es evacuado rápidamente del cordón de soldadura.

En lo sucesivo, el aparato eléctrico según la invención y el procedimiento según la invención previsto para su fabricación se explican con más detalle con la ayuda de un ejemplo de realización según el dibujo.

Las figuras muestran:

la figura 1: una vista de una carcasa de un aparato eléctrico según la invención

la figura 2: la carcasa de la figura 1 en otra vista y sin el elemento de conducción de agua

la figura 3: la carcasa de la figura 1 en sección longitudinal

La carcasa 1, representada en el dibujo, de un aparato de control eléctrico según la invención es un cuerpo de aluminio fundido a presión. En la figura 1, la carcasa 1 se puede ver desde su "lado exterior", refiriéndose "lado interior" o "pared interior" 1' y "lado exterior" o "pared de separación" 1', con respecto a la carcasa 1, a que los componentes electrónicos 2 del aparato de control se encuentran en el "interior" de la carcasa 1, mientras que la pared de separación 1' de la carcasa 1 está en contacto directo con el medio de refrigeración fluido. Como medio de refrigeración se emplea aquí agua que se conduce fluyendo en un canal de refrigeración a lo largo de la carcasa 1. El canal de refrigeración está formado por un elemento de conducción de agua 5 que está dispuesto entre la pared de separación 1' de la carcasa 1 y una tapa no representada en el dibujo. La tapa se dispone sobre el borde superior de la carcasa 1 para cerrar el canal de refrigeración. El agua de refrigeración se suministra a través de una tubuladura de entrada 6 y abandona el canal de refrigeración a través de una tubuladura de salida 7 después de haber pasado por la pared de separación 1' de la carcasa 1 a través del canal de refrigeración en forma de meandro. El elemento de conducción de agua 5 está realizado como pieza de materia sintética, que se sujeta por apriete entre la pared de separación 1' de la carcasa 1 y la tapa.

Como puede verse con más detalle en la vista sin el elemento de conducción de agua 5 en la figura 2 así como en la sección longitudinal a través de la carcasa 1 en la figura 3, la pared de separación 1' de la carcasa 1 está formada en parte por el soporte de circuito 3. La primera superficie principal 3' del soporte de circuito 3, el llamado lado de componentes, forma una parte de la pared interior 1' de la carcasa 1. Este lado de componentes está provisto de estructuras conductoras eléctricas sobre las que están dispuestos los componentes electrónicos 2 de la electrónica de potencia. Estos componentes electrónicos 2 son, en particular, semiconductores de potencia que presentan una fuerte producción de calor durante el funcionamiento del aparato de control eléctrico. La segunda superficie principal 3'', opuesta al lado de componentes, del soporte de circuito 3 forma una parte de la pared de separación 1' de la carcasa 1. Dado que esta pared de separación 1' está en contacto directo con el agua que sirve para la refrigeración, el soporte de circuito 3 debe estar unido a la carcasa 1 restante de manera estanca a los fluidos. Esta unión estanca a los fluidos está realizada por la unión soldada 4 representada que se realiza según el procedimiento según la invención para la fabricación del dispositivo de control eléctrico por medio de un procedimiento de soldadura por fricción y agitación. Como se puede ver en la figura 3, antes de la soldadura, el soporte de circuito 3 se inserta en una abertura desde el lado del agua descansando allí sobre un talón circunferencial. Esto ofrece la ventaja de que la presión de agua en el canal de refrigeración no carga la unión soldada. En lugar de ello, al ser sometido a presión desde el lado del agua, el soporte de circuito 3 incluso queda presionado contra el talón circunferencial, es decir, contra la carcasa.

Durante la realización del procedimiento de soldadura por fricción y agitación, el soporte de circuito 3 ya puede estar dotado de los componentes electrónicos 2. Pero también es posible soldar a la carcasa 1 restante primero el soporte de circuito 3 sin dotar y, solo después, dotarlo de los componentes electrónicos 2.

Dado que los componentes electrónicos 2 utilizados son los llamados componentes SMD, resulta preferible la variante con el soporte de circuito ya dotado, ya que esto hace posible un procesamiento en máquinas de dotación y dispositivos de soldadura indirecta convencionales. Sin embargo, aquí existe la problemática de que durante la realización del procedimiento de soldadura por fricción y agitación se produce un aporte de calor considerable al material del soporte de circuito. La alta conductividad térmica del soporte de circuito 3, que es absolutamente deseable y también necesaria para la refrigeración del aparato de control acabado resulta ser una desventaja momentánea en este procedimiento de fabricación, ya que pueden sufrir daños los componentes electrónicos 2 o al menos los puntos de soldadura indirecta de los mismos.

Durante la soldadura de aluminio, generalmente existe el problema de que, por la buena conductividad térmica, el calor aportado es evacuado rápidamente por lo que no se funde localmente un punto, sino que el componente completo se calienta muy fuertemente hasta que se alcance la temperatura de soldadura. Además, debe ser penetrada una piel de óxido que tiene un punto de fusión más alto que el aluminio puro. Por lo tanto, es necesario un procedimiento de soldadura que aporte poco calor y al mismo tiempo produzca una unión estanca a los fluidos. Un procedimiento de

este tipo es la llamada soldadura por fricción y agitación, en la que un perno agitador que rota rápidamente se sumerge en el material generando durante ello calor de fricción. La temperatura generada por este calor de fricción es inferior al punto de fusión en sí del aluminio, de manera que el aluminio en el entorno del perno agitador no se funde realmente, sino que solo tiene una consistencia pastosa. Por el movimiento del perno agitador a lo largo de la línea de unión de los objetos que han de ser soldados, en este procedimiento resultan una estructura de grano muy fino y un cordón de soldadura estanco al gas.

Con este procedimiento de soldadura, por lo tanto, se aporta relativamente poco calor y se crea una unión estanca al gas. Pero incluso esta temperatura comparativamente baja, que puede ser localmente de hasta aproximadamente 550°C puede ser eventualmente demasiado elevada para los componentes colocados por soldadura indirecta, de manera que al construir el dispositivo de soldadura se debe prever una posibilidad para la evacuación de calor. Aunque esto contradice la aspiración en sí de aportar calor al material lo más rápidamente posible para poner el material en un estado pastoso, pero adaptando los parámetros de soldadura se puede dominar también este problema. En zonas en las que deben posicionarse componentes también cerca del borde del soporte de circuito, mediante un soporte con una buena evacuación de calor, por ejemplo, mediante un elemento de soporte refrigerado, o bien, mediante bloques de contacto de cobre o aluminio, el calor puede volver a evacuarse del material aún más rápidamente para proteger los componentes y sus puntos de soldadura indirecta.

En general, en la distribución de los componentes por el soporte de circuito hay que tener en cuenta que los componentes que sean termosensibles se dispongan lo más lejos posible del cordón de soldadura.

La longitud del perno agitador se elige de tal manera que el soporte de circuito 3 que preferiblemente tiene un grosor de 2,0 a 3,0 mm, quede soldado de manera fiable pero no sea penetrado.

El dieléctrico y la o las capas de cobre en el lado de componentes del soporte de circuito 3 pueden eliminarse fresando en la zona del cordón de soldadura. De esta manera, queda garantizado que no se introduzcan materiales extraños en el cordón de soldadura. Sin embargo, dado que para el mecanizado de placas de circuito impreso generalmente se usan fresas relativamente pequeñas, un procedimiento de este tipo conllevaría unos tiempos de fresado muy largos, especialmente si el dieléctrico tuviera que eliminarse completamente. Sin embargo, ha resultado que la capa delgada de la placa de circuito impreso también se puede dejar sobre el soporte de circuito 3. Tan solo debe preverse una separación eléctrica entre la pieza de circuito y las zonas marginales, para separar los potenciales de la placa de circuito impreso y la carcasa. Esto es posible sin aumento de costes en el proceso de fabricación del soporte de circuito, por ejemplo, durante el grabado al ácido de las estructuras conductoras. La capa delgada no influye en medida relevante en el proceso de soldadura.

REIVINDICACIONES

1. Aparato eléctrico con una electrónica de potencia que está alojada dentro de una carcasa (1) de metal, en el cual componentes de la electrónica de potencia (2) están dispuestos sobre una primera superficie principal (3') de un soporte de circuito, compuesto por una placa base metálica y al menos una capa de un material conductor estructurado sobre un dieléctrico, y en el cual al menos una pared de separación (1') de la carcasa (1) está en contacto directo con un medio de refrigeración fluido, y en el cual la pared de separación (1') de la carcasa (1) está formada al menos parcialmente por el soporte de circuito (3) de manera que la segunda superficie principal (3'') opuesta al lado de componentes (3') está en contacto directo con el medio de refrigeración fluido, y en el cual el soporte de circuito (3) está unido al resto de la carcasa (1) de forma hermética a fluidos mediante una unión soldada (4), **caracterizado por que** el medio de refrigeración es agua que es conducida a lo largo de la carcasa (1) mediante un canal de refrigeración formado por un elemento de conducción de agua (5) de plástico dispuesto entre la pared de separación (1') de la carcasa (1) y una tapa, y **por que** el soporte de circuito (3) se inserta en una abertura desde el lado del agua antes de la soldadura, descansando allí sobre un talón circunferencial.
2. Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** tanto la carcasa (1) como el soporte de circuito (3) se componen del mismo metal.
3. Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** tanto la carcasa (1) como el soporte de circuito (3) se componen de diferentes metales y están protegidos contra la corrosión por una capa protectora.
4. Aparato eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** tanto la carcasa como el soporte de circuito (3) se componen de diferentes metales y están protegidos contra la corrosión por un refrigerante no conductor eléctricamente.
5. Procedimiento para la fabricación de un aparato eléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el soporte de circuito (3) está unido a la carcasa (1) restante de forma hermética a fluidos por medio de un procedimiento de soldadura por fricción y agitación, **caracterizado por que** el soporte de circuito (3) se dota de los componentes electrónicos (2) antes de la realización del procedimiento de soldadura por fricción y agitación, y **por que** el calor de proceso del procedimiento de soldadura por fricción y agitación es evacuado rápidamente del cordón de soldadura mediante un soporte con buena conducción térmica,.

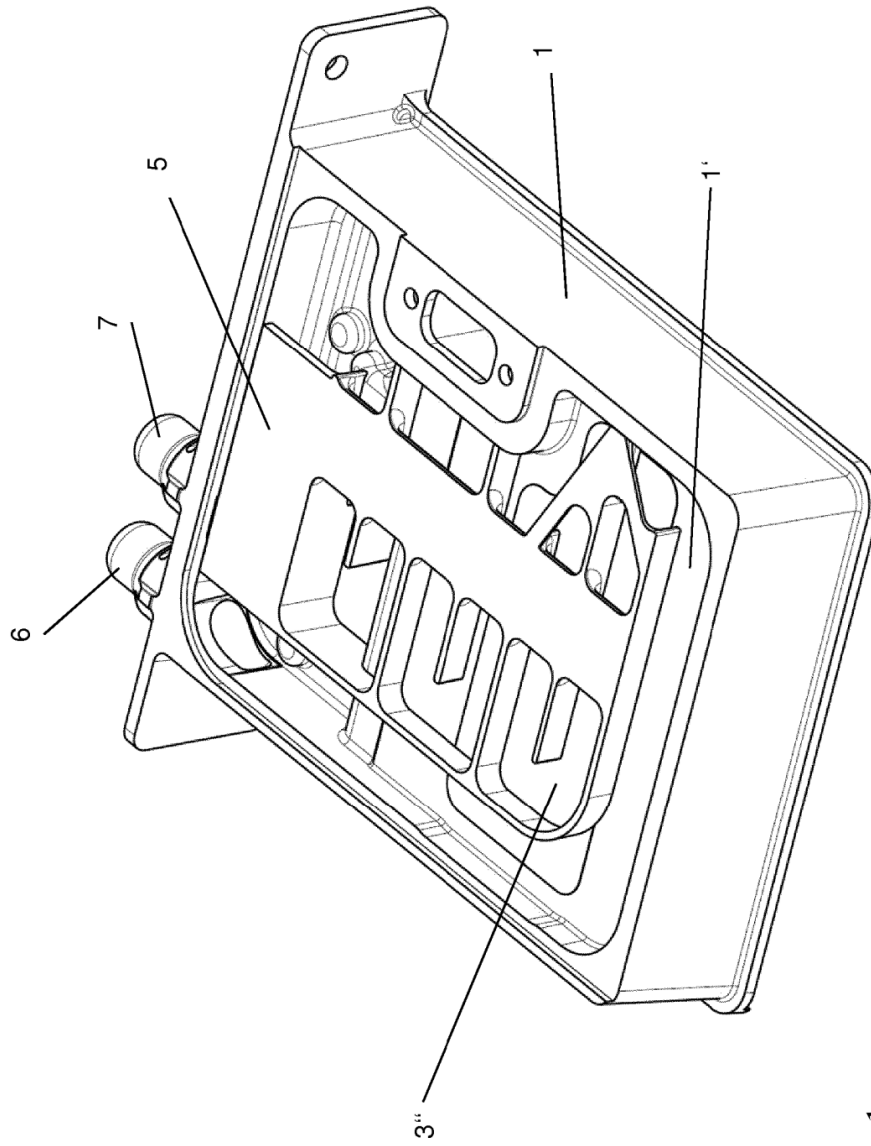


Fig. 1

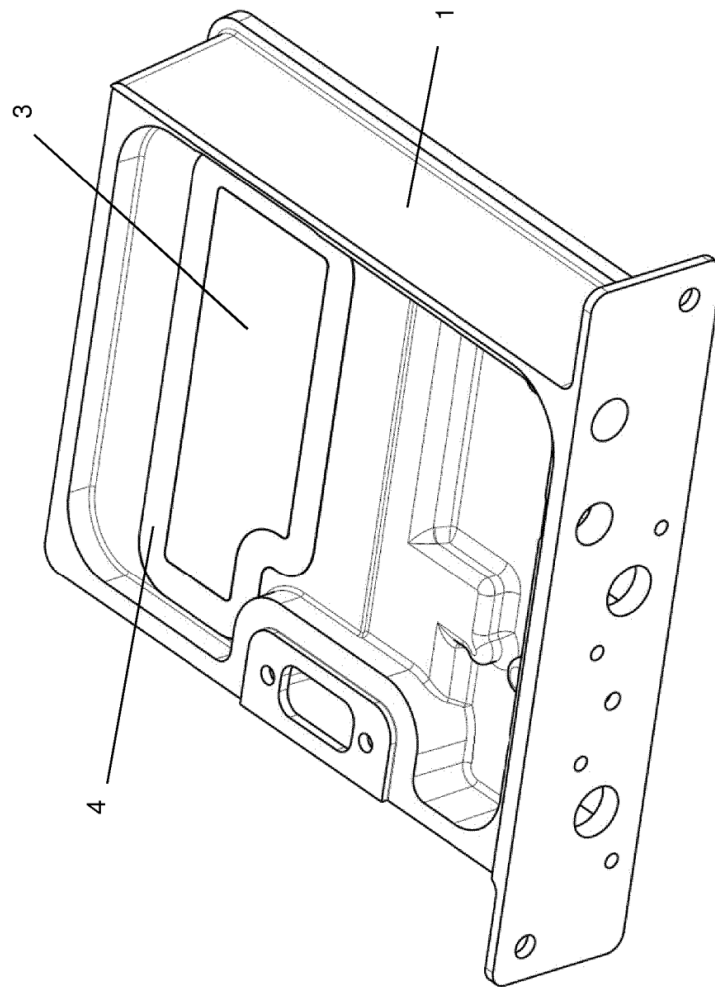


Fig. 2

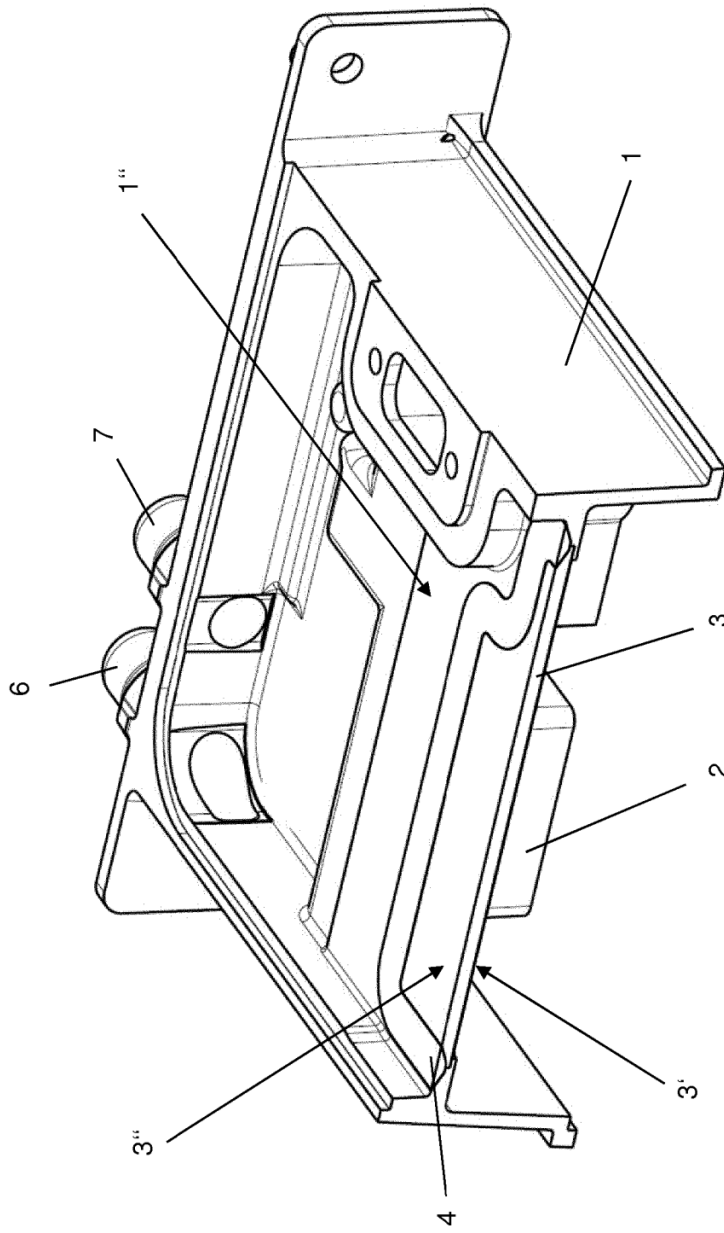


Fig. 3