

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 182 529 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

05.05.2010 Patentblatt 2010/18

(51) Int Cl.:

H01C 1/036 ^(2006.01)**H01C 1/08** ^(2006.01)**H01C 3/20** ^(2006.01)**H05B 3/44** ^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **09013450.3**(22) Anmeldetag: **24.10.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

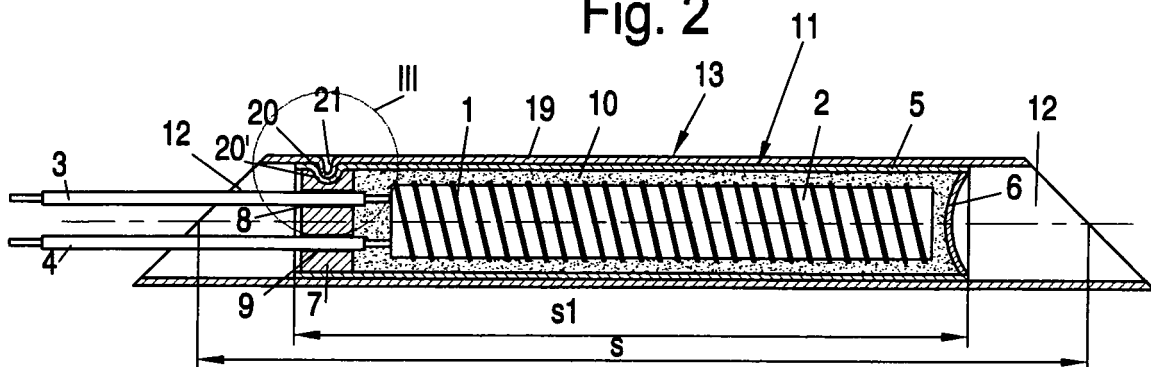
AL BA RS(30) Priorität: **03.11.2008 DE 202008014586 U**(71) Anmelder: **Türk + Hillinger GmbH****78532 Tuttlingen (DE)**(72) Erfinder: **Schlipf, Andreas****78532 Tuttlingen (DE)**(74) Vertreter: **Neymeyer, Franz**

**Neymeyer & Partner GbR,
Haselweg 20**

78052 Villingen-Schwenningen (DE)(54) **Aluminium-Lastwiderstand**

(57) Der Alu-Lastwiderstand besteht aus wenigstens einer Widerstandswendel (1), welche mit von außen zugänglichen Anschlussleitern (3, 4) versehenen in einem Metallmantelrohr (5) angeordnet und in einer hoch verdichteten Isolierstoffpackung (10) (MgO, SiO₂ oder Quarzsand) eingebettet ist. Dabei ist das Metallmantelrohr (5) in einem sowohl bezüglich seines Querschnitts als auch bezüglich seiner Länge auf die Abmessungen des Metallmantelrohrs (5) abgestimmten Hohlraum (12) eines aus einer Aluminiumlegierung bestehenden Kühl-

körpers (13)) so angeordnet, dass es mantelflächig mit diesem Kühlkörper in thermischem Kontakt steht. Um das axiale Verlagern des Metallmantelrohrs im Hohlraum des Kühlkörpers zu verhindern, ist das Metallmantelrohr (5) im Hohlraum (12) des Kühlkörpers (13) mittels wenigstens eines radial in oder durch den Hohlraum (12) und das Querschnittsprofil des Metallmantelrohrs (5) ragenden Fixierelements (20) axial derart fixiert, dass sich das Metallmantelrohr (5) temperaturbedingt im Hohlraum (12) bewegen kann, ohne seine durch das Fixierelement (20) vorgegebene Axiallage zu ändern.

Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Alu-Lastwiderstand bestehend aus wenigstens einer Widerstandswendel, welche mit von außen zugänglichen Anschlussdrähten versehenen in einem Metallmantelrohr angeordnet und in einer im Metallmantelrohr hoch verdichteten Isolierstoffmasse eingebettet ist und wobei das Metallmantelrohr in einem sowohl bezüglich seines Querschnitts als auch bezüglich seiner Länge auf die Abmessungen des Metallmantelrohrs abgestimmten Hohlraum eines aus einer Aluminiumlegierung bestehenden Kühlkörpers angeordnet ist und mit diesem mantelflächig in thermischem Kontakt steht.

[0002] Aluminium-Lastwiderstände sind bekannt. Sie werden dazu benutzt, überschüssige elektrische Energie, die zeitweise beim Leerlauf- oder Schubetrieb von Maschinen entsteht, unschädlich zu vernichten, indem man sie in Wärme umwandelt und diese auf geeignete Weise an die Umgebung abgibt. Dabei können kurzzeitig sehr hohe Spitzenbelastungen auftreten, die zu hohen mechanischen Beanspruchungen des Materials führen können. Aus Kostengründen werden allgemein kleine, kompakte Bauarten angestrebt. Diese setzen aber eine hohe mechanische Festigkeit und Belastbarkeit der Bauteile voraus. Ein zu diesem Ziel führender Weg besteht darin, das granulierten, z. B. aus MgO, SiO₂ oder Quarzsand bestehende Isoliermaterial, in welches die Widerstandswendel eingebettet ist hoch zu verdichten und es frei zu halten von kleinsten Hohlräumen oder Rissen. Eine andere Voraussetzung besteht in der hohen Festigkeit des Metallmantels, der den temperaturbedingten Ausdehnungskräften der verdichteten Isolierstoffmasse standhalten muss.

[0003] Derartige Alu-Lastwiderstände können auch mehrere miteinander verschaltete oder separat schaltbare Widerstandswendeln enthalten.

[0004] Bei Alu-Lastwiderständen dieser Art besteht außerdem das technische Problem, dass sich die gewöhnlich in den aus Aluminium oder Aluminium-Legierungen bestehenden Kühlkörpern verpressten Metallmantelrohre bei den impulsweisen Höchstbelastungen und den sich dabei ergebenden temperaturbedingten Längenveränderungen allmählich aus den Kühlkörpern herausbewegen bzw. ihre Axiallage im Kühlkörper stark verändern. Beispielsweise bei einem aus DE 20 2007 014 360 U1 bekannten Alu-Lastwiderstand mit Heizpatrone dieser Art ist versucht worden, diesem Problem zu begegnen. Es ist dort vorgeschlagen worden, das Metallmantelrohr und den Kühlkörper aus Werkstoffen mit demselben thermischen Ausdehnungskoeffizient herzustellen. Bei dem Werkstoff handelt es sich um eine Aluminiumlegierung, wobei das Metallmantelrohr und der Kühlkörper aus denselben oder verschiedenen Aluminiumlegierungen bestehen können.

[0005] Der Kühlkörper ist mit einer Durchgangsbohrung versehen, in welcher der Lastwiderstand mit einem solchen Metallmantelrohr festsitzend eingepresst ist.

[0006] Der Kühlkörper ist mehrteilig aus wenigstens zwei Gehäuseteilen gebildet die zur feststehenden Aufnahme des Lastwiderstands mit seinem Metallmantelrohr miteinander verpresst oder verschraubt sind. Dabei kann das Metallmantelrohr eine beliebige Querschnittsform aufweisen, insbesondere kann diese kreisringförmig oder rechteckförmig ausgebildet sein. In der Praxis hat sich erwiesen, dass das oben genannte technische Problem auf diese Weise nicht befriedigend lösbar ist.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen hochbelastbaren Alu-Lastwiderstand der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem das axiale Verlagern des Metallmantelrohrs im Kühlkörper auf einfache Weise, d.h. mit einfachen Mitteln, verhindert wird.

[0008] Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, dass das Metallmantelrohr im Hohlraum des Kühlkörpers mittels wenigstens eines radial in oder durch den Hohlraum und das Querschnittsprofil des Metallmantelrohrs ragenden Fixierelements axial derart fixiert ist, dass sich das Metallmantelrohr temperaturbedingt im Hohlraum bewegen kann, ohne seine durch das Fixierelement vorgegebene Axiallage zu ändern.

[0009] Der besondere Vorteil diese erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass sich das Metallmantelrohr des Lastwiderstands in axialer Richtung von der Stelle des Fixierelements im Hohlraum des Kühlkörpers ausdehnen und verkürzen kann und dabei trotzdem immer an derselben Stelle verharrt. Es ist dabei gleichgültig, ob das Fixierelement in einem Endbereich des Metallmantelrohrs oder in deren Mitte angeordnet ist und formschlüssig oder kraftschlüssig klemmend mit dem Metallmantel in Eingriff steht. Die temperaturbedingte Längenausdehnung kann von der Stelle des Vorsprungs in beiden Axialrichtungen erfolgen.

[0010] Den gleichen Vorteil kann man aber auch erreichen, wenn man statt nur eines Fixierelements zwei radial oder nach Art einer Kreissehne in den Hohlraum des Kühlkörpers ragende Fixierelemente so anordnet, dass der Metallmantel des Lastwiderstands mit axialem Spiel dazwischen angeordnet werden kann. Auch bei dieser Ausführungsform der Erfindung kann die temperaturbedingte Längenausdehnung des Metallmantels in beiden Axialrichtungen erfolgen, ohne dass sich seine axiale Lage innerhalb des Hohlraums über die vorgegebene Toleranz hinaus verändern könnte.

[0011] Gemäß Anspruch 2 kann das Fixierelement bzw. können die Fixierelemente aus einem im Wesentlichen radial nach innen gerichteten Vorsprung bestehen, der unterschiedlich ausgebildet sein kann.

[0012] Gemäß Anspruch 3 kann dieser Vorsprung beispielsweise aus einem radial in die Wand des Hohlraums eingepressten Nocken oder aus einer in die Wand des Hohlraums eingepressten Sicke bestehen der bzw. die auch vertiefend und somit formschlüssig in das Metallmantelrohr eingetrieben ist.

[0013] Statt des Vorsprungs oder der Sicke kann gemäß Anspruch 4 eine in die Wand des Kühlkörpers bzw. des Hohlraums eingeschraubte Schraube vorgesehen

sein.

[0014] Wie bereits erwähnt, ist es auch möglich, das Metallmantelrohr bzw. die Heizpatrone gemäß Anspruch 5 zwischen zweinockenartigen, sickenartigen Vorsprüngen mit axialem Spiel anzuordnen bzw. gemäß Anspruch 6 zwischen zwei radial in den Hohlraum des Kühlkörpers hineinragenden Schrauben, so dass sich das Metallmantelrohr bzw. die Heizpatrone aufgrund des vorgegebenen axialen Spiels in axialer Richtung temperaturbedingt ausdehnen kann, ohne seine vorgegebene Lage zu verändern.

[0015] Andere Möglichkeiten der Ausbildung des Fixierelements bzw. der Fixierelemente sind in den Unteransprüchen 7 bis 12 angegeben. Anhand der Zeichnung wird im Folgenden die Erfindung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 einen kompletten Lastwiderstand mit einem Aluminiumgehäuse als Kühlkörper;

Fig. 2 den Alu-Lastwiderstand der Fig. 1 im Schnitt;

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt III aus Fig. 2;

Fig. 3a den gleichen Ausschnitt wie Fig. 3, jedoch mit einem auf andere Weise Fixierelement;

Fig. 4 den Alu-Lastwiderstand der Fig. 1 mit zwei Fixierelementen;

Fig. 4a einen Ausschnitt aus Fig. 4 mit einem sickenartigen Fixierelement;

Fig. 5 den Alu-Lastwiderstand der Fig. 4 im Schnitt;

Fig. 6 einen vergrößerten Ausschnitt VI aus Fig. 5;

Fig. 6a einen vergrößerten Ausschnitt VI aus Fig. 5, jedoch mit einem anders ausgebildeten Fixierelement;

Fig. 7 in 3D-Darstellung einen kompletten Alu-Lastwiderstand mit einem anderen Kühlkörper und einem anderen Fixierelement;

Fig. 8 ein aus einer Querlasche bestehendes Fixierelement als Einzelteil;

Fig. 9 einen Längsschnitt durch den Alu-Lastwiderstand der Fig. 7;

Fig. 10 in vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt X aus Fig. 9;

Fig. 11 in 3D-Darstellung den Alu-Lastwiderstand gemäß Fig. 7, jedoch mit zwei anderen Fixierelementen;

Fig. 12 einen Schnitt XII-XII aus Fig. 11;

Fig. 13 ein aus einer Querlasche bestehendes Fixierelement aus den Fig. 11 und 12 als Einzelteil;

5 Fig. 14 den Alu-Lastwiderstand der Fig. 11 im Schnitt;

Fig. 15 in vergrößerter Darstellung einen Ausschnitt XV aus Fig. 14;

10 Fig. 16 einen zweiteiligen Kühlkörper in 3D-Darstellung;

Fig. 17 den dazugehörigen Lastwiderstand als Einzelteil;

15 Fig. 18 den aus den beiden Gehäuseteilen der Fig. 16 und dem Lastwiderstand der Fig. 17 zusammengesetzten Alu-Lastwiderstand in 3D-Darstellung mit einem einzelnen Fixierelement;

Fig. 19 einen Teilschnitt aus Fig. 18;

25 Fig. 20 den aus den beiden Gehäuseteilen der Fig. 16 und dem Lastwiderstand der Fig. 17 zusammengesetzten Alu-Lastwiderstand in 3D-Darstellung mit zwei Fixierelementen und vier Verbindungsschrauben;

30 Fig. 21 einen Längsschnitt aus Fig. 20;

Fig. 22 den Alu-Lastwiderstand aus Fig. 20 in 3D-Darstellung mit nur zwei zugleich als Fixierelemente dienenden Verbindungsschrauben;

35 Fig. 23 den Alu-Lastwiderstand der Fig. 22 in Schnittdarstellung.

[0016] Der in den Fig. 1 bis 3 dargestellte Alu-Lastwiderstand besteht aus einer Widerstandswendel 1, die auf einem aus Isolierrohstoff bestehenden Wickelkern 2 aufgewickelt ist und mit Anschlussleitern 3 und 4 versehen ist. Der Wickelkern 2 mit der Widerstandswendel 1 befindet sich in koaxialer Lage in einem zylindrischen Metallmantelrohr 5, das an einem Ende mit einem festen Boden 6 und am anderen Ende mit einer Abschlussscheibe 7 versehen ist. Die Abschlussscheibe besteht aus elektrischem Isoliermaterial und sie weist zwei axiale Bohrungen 8 und 9 auf, durch welche die Anschlussleiter 3 und 4 nach außen geführt sind. Die auf dem Wickelkern 2 aufgewickelte Widerstandswendel 1 ist eingebettet in eine hochverdichtete Isolierstoffpackung 10, die aus Quarzsand, aus Magnesiumoxid, aus Siliciumoxid oder dgl. bestehen kann. Aufgabe dieser Isolierstoffpackung 10 ist es, einerseits die Widerstandswendel gegenüber dem Metallmantelrohr 5 elektrisch zu isolieren und andererseits die von der Widerstandswendel erzeugte Wärme mit möglichst geringer zeitlicher Verzögerung an

das Metallmantelrohr 5 weiterzuleiten.

[0017] Um eine hohe Belastbarkeit des Lastwiderstandes 11 zu gewährleisten, ist das Metallmantelrohr 5 aus Edelstahl hergestellt, der einen relativ kleinen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der insofern von Vorteil ist, als auch im erhitzten Zustand der hohe Verdichtungsgrad der Isolierstoffpackung gewahrt werden kann.

[0018] Zudem besteht auch die Möglichkeit, im Metallmantelrohr 5 statt nur einer Widerstandswendel 1 zwei oder mehrere Widerstandswendeln unterzubringen, und diese bedarfsweise so zu schalten, dass sie den jeweiligen Bedürfnissen am besten entsprechen.

[0019] Der so aufgebaute Lastwiderstand 11 ist in einen, dem Durchmesser des Metallmantelrohrs 5 angepassten zylindrischen Hohlraum 12 eines metallenen, vorzugsweise aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehenden Kühlkörpers 13 so eingesetzt, dass der Lastwiderstand 11 mit seinem Metallmantelrohr mantelflächig in thermischem Kontakt steht mit der Wand 17 des Hohlraums 12. Wie insbesondere aus Fig. 1 erkennbar ist, weist der Kühlkörper 13 mehrere Luftkammern 14 auf, durch welche eine vergrößerte Oberfläche erzielt wird, über welche die Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgt.

[0020] Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist der Kühlkörper 13 eine größere axiale mittlere Länge s auf als der Lastwiderstand bzw. dessen Metallmantelrohr 5 mit der Länge s_1 , was aber nicht unbedingt der Fall sein muss und bei anderen nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung auch nicht der Fall ist.

[0021] Das Profil des Kühlkörpers 13 mit den Luftkammern 14 wird vorzugsweise im Pressstrangverfahren hergestellt, so dass es von einem langen zusammenhängenden Strang jeweils in passender Länge als Kühlkörper 13 abgeschnitten werden kann. Dass beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 bis 5 die Enden des Kühlkörpers 13 jeweils schräg abgeschnitten sind, ist mit einer besonderen Anwendung des Ausführungsbeispiels begründet. Selbstverständlich kann der Kühlkörper 13 auch mit planebenen stirnseitigen Enden versehen sein.

[0022] Um den Lastwiderstand 11 mit seinem Metallmantelrohr 5 im Kühlkörper 13 so zu befestigen, dass sich das Metallmantelrohr 5 temperaturbedingt axial im Hohlraum 12 bewegen kann, ohne seine vorgegebene Axiallage zu verändern, sind bei allen Ausführungsbeispielen Fixierelemente vorgesehen, die radial in oder durch den Hohlraum 12 und das Querschnittsprofil des Metallmantelrohrs 5 ragen, aber unterschiedlich gestaltet sein können.

[0023] Bei der Ausführungsform der Fig. 1 bis 3a ist nur ein solches Fixierelement in Form eines radial nach innen gerichteten Vorsprungs 20 vorgesehen, der aus einem radial in die Wand 17 des Hohlraums 12 und somit zugleich in die Deckenwand 17' des Kühlkörpers 13 von oben eingepressten Nocken 20 gebildet ist, der auch vertiefend und somit formschlüssig in das Metallmantelrohr 5 eingetrieben ist und außenseitig ein Sackloch 21 bildet. Im Metallmantelrohr wird dadurch vom Nocken 20 eine

angepasste Vertiefung 20' gebildet.

[0024] Wie aus Fig. 3a ersichtlich ist, kann in dem Metallmantelrohr 5 die nockenartige Vertiefung 20' auch mittels einer Schraube 21/1 erzeugt werden, die eine Gewindebohrung 19' der Deckenwand 19 eingeschraubt ist.

[0025] Es ist hier zu erwähnen, dass das einzeln angewendete Fixierelement, z.B. als Nocken 20 oder Schraube 21/1 ausgebildet, prinzipiell an jeder Stelle des Metallmantelrohrs 5, insbesondere auch in dessen Längsmittle, angeordnet sein kann.

[0026] Bei der Ausführungsform der Fig. 4a ist statt des durch einen zylindrischen Stempel erzeugten Nockens bzw. Vorsprungs 20 ein sickenartiger Vorsprung 22 vorgesehen.

[0027] Bei der Ausführungsform der Fig. 4, 5 und 6 sind oberseitig in der Mitte des Kühlkörpers 13 zwei nockenartige Vorsprünge 20 vorgesehen, deren Axialabstand a größer ist als die Länge s_1 des Metallmantelrohrs 5. Dabei ist der Abstand a so gewählt, dass sich der Lastwiderstand 11 mit seinem Metallmantelrohr 5 zwischen diesen beiden Nocken 20 temperaturbedingt im Hohlraum 12 in ausreichendem Maße ausdehnen kann, wenn eine entsprechende Erwärmung erfolgt, ohne dabei seine durch die beiden Nocken 20 festgelegte Axiallage zu verändern.

[0028] Anstelle der Nocken 20 kann gemäß Fig. 6a auch jeweils eine Schraube 23 vorgesehen sein, die in die Deckenwand 19 eingeschraubt ist und einen zylindrischen Zapfen 23' als Fixierelement aufweist.

[0029] Wie Fig. 5 sowie die Fig. 6 und 6a zeigen, besteht zwischen den Nocken 20 bzw. den Schrauben 23 und den Stirnseiten des Metallmantelrohrs 5 ein axiales Spiel $b_1 + b_2$.

[0030] Die jeweils außerhalb der Enden des Metallmantelrohrs 5 als Fixierelemente angeordneten Nocken 20 stellen Querschnittsverengungen des Hohlraums 12 dar. Es liegt im Bereich der Variationsmöglichkeiten, die Querschnittsverengungen durch einfaches radiales Eindrücken der Wand 17 des Hohlraums 12 zu realisieren. Dabei kann dieses Eindrücken der Hohlraumwand 17 abschnittsweise oder vollumfänglich erfolgen.

[0031] Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7 bis 14 ist der Lastwiderstand 11 mit seinem zylindrischen Metallmantelrohr 5 in einen Kühlkörper 13/1 eingesetzt. Dieser Kühlkörper 13/1 besteht aus einem stranggepressten Hohlkörper mit rechteckigem Querschnittsprofil und zwei Luftkammern 14/1, die symmetrisch zu einem coaxialen, zylindrischen Hohlraum 12/1 angeordnet sind. In diesem Hohlraum 12/1, der von einer zylindrischen Wand 15 gebildet ist, befindet sich der Lastwiderstand 11 mit seinem zylindrischen Metallmantelrohr 5. Dabei ist der Durchmesser des Hohlraums 12/1 wiederum so auf den Außendurchmesser des Metallmantelrohrs 5 abgestimmt, dass eine gute Wärmeübertragung vom Lastwiderstand 11 auf den Kühlkörper 13/1 erfolgen kann.

[0032] Während der ebene Boden 16 des Kühlkörpers 13/1 außerhalb der zylindrischen Wand 15 angeordnet ist und eine geschlossene Fläche bildet, weist die Dek-

kenwand 19/1 eine Abstufung 17 mit zwei horizontalen Auflageflächen 18 auf. Dabei ist diese Abstufung 17 so gewählt, dass die beiden Auflageflächen 18 in einer Horizontalebene liegen, welche den im übrigen zylindrischen Hohlraum 12/1 nach Art einer Kreissehne schneidet und dass das Metallmantelrohr 5 diese beiden Auflageflächen 18 nach oben mit einem Teil seines Querschnitts überragt.

[0033] Bei der Ausführungsform der Fig. 7 ist als Fixierelement eine Querlasche 25 vorgesehen, die mittels zweier Schrauben 26 auf den Auflageflächen 18 befestigt ist und zwar so, dass sie die axiale Lage des Lastwiderstands 11 bzw. des Metallmantelrohrs 5 in axialer Richtung klemmend, d.h. kraftschlüssig fixiert. Zur Anpassung an die Zylinderform des Lastwiderstandes 11 bzw. seines Metallmantelrohres 5, ist die Querlasche 25 unterseitig mit einer kreisbogenförmigen Ausnehmung 27 versehen.

[0034] Auch bei dieser Art der Fixierung ist gewährleistet, dass sich das Metallmantelrohr 5 bzw. der gesamte Lastwiderstand 11 in dem Hohlraum 12/1 des Kühlkörpers 13/1 in Längsrichtung temperaturbedingt ausdehnen bzw. verkürzen kann, ohne seine durch die Fixierung vorgegebene Axiallage innerhalb des Kühlkörpers 13/1 zu verändern.

[0035] Bei der Ausführungsform der Fig. 11 bis 15 ist ein Kühlkörper 13/2 vorgesehen, der sich von dem Kühlkörper 13/1 der Fig. 7, 9 und 12 nur dadurch unterscheidet, dass er eine größere Länge s_2 aufweist als der Lastwiderstand 11 bzw. dessen Metallmantelrohr 5 mit der Länge s_1 . Außerdem sind statt der einen Querlasche 25 bei dieser Ausführungsform zwei Querlaschen 25/1 vorgesehen, die jeweils an den Enden des Kühlkörpers 13/2 auf den Auflageflächen 18 in einem Abstand a (Fig. 14) so angeordnet sind, dass sie das Metallmantelrohr 5 des Lastwiderstandes 11 mit axialem Spiel $b_1 + b_2$ zwischen sich aufnehmen. Somit besteht auch hier die Möglichkeit, dass sich der Lastwiderstand 11 mit seinem Metallmantelrohr 5 zwischen diesen beiden Fixierelementen 25/1 temperaturbedingt axial ausdehnen kann, ohne seine durch die beiden Querlaschen 25/1 vorgegebene Axiallage zu verändern.

[0036] In diesem Falle sind die beiden Querlaschen 25/1 etwas schmaler gestaltet als die Querlasche 25. Ihre jeweils einander zugekehrten, als Anschlagflächen für die Enden des Metallmantelrohrs 5 wirkenden Seitenflächen 28 und 28' durchragen dabei segmentartig bzw. sehnenartig den Hohlraum 12/1.

[0037] Bei den in den Fig. 16 bis 23 dargestellten Ausführungsbeispielen besteht der Kühlkörper 13/3 aus zwei Platten 30 und 31, die auf einer Flachseite ein aus mehreren Längsnuten 32, 33, 34 und 35 sowie einer Kupplungsrippe 36 bestehendes Querschnittsprofil aufweisen. Dabei ist das Profil so ausgebildet, dass beim kongruenten Zusammenfügen dieser beiden Platten 30 und 31 die Kupplungsrippen jeweils in die als Passnut ausgebildete Nut 35 zu liegen kommen. Die beiden übereinstimmenden Nuten 32 bilden einen rechteckigen Hohl-

raum 37 und die Nuten 33 und 34 jeweils Belüftungskammern 38 und 39. Der Hohlraum 37 dient zur Aufnahme eines im Querschnitt angepassten, rechteckigen Lastwiderstandes 11/1, der analog zum Lastwiderstand 11 aufgebaut ist und mit zwei stirnseitig herausragenden Anschlussleitern 3 und 4 versehen ist. Zur Fixierung des Lastwiderstandes 11/1 ist sein im Querschnitt rechteckiges Metallmantelrohr 5/1 beispielsweise in dem Endabschnitt der beiden Anschlussleiter 3 und 4 oberseitig mit einer runden Vertiefung 40 versehen. Als Fixierelement ist hierbei eine Schraube 43 vorgesehen, von der das untere Ende ihres Schraubenschaftes 41 formschlüssig in diese Vertiefung 40 hineinragt. Die Schraube 43 ist in eine Gewindebohrung 42 der oberen Platte 30 eingeschraubt. Der Schraubenkopf 43 sitzt dabei in einer zylindrischen Ausnehmung 44 der Platte 30. Die Wirkungsweise dieses Fixierelements ist die gleiche wie die des nockenartigen Vorsprungs 20.

[0038] Bei entsprechender Formgestaltung der ineinander greifenden Kupplungsrippe 36 und der zugehörigen Aufnahmenut 35 können die beiden Platten 30 und 31 durch Verpressen miteinander verbunden sein. Es besteht aber auch, wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 20, 22 und 23, die Möglichkeit, die beiden Platten 30 und 31 durch Schrauben 45 bzw. 49 und 50 zu verbinden. Dabei können die Schrauben 45 jeweils in den Ecken der den Kühlkörper 13/3 bildenden Platten 30 und 31 angeordnet sein, wie in Fig. 20 dargestellt, oder so wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 22 und 23, bei dem sie in der Längsmitte angeordnet sind.

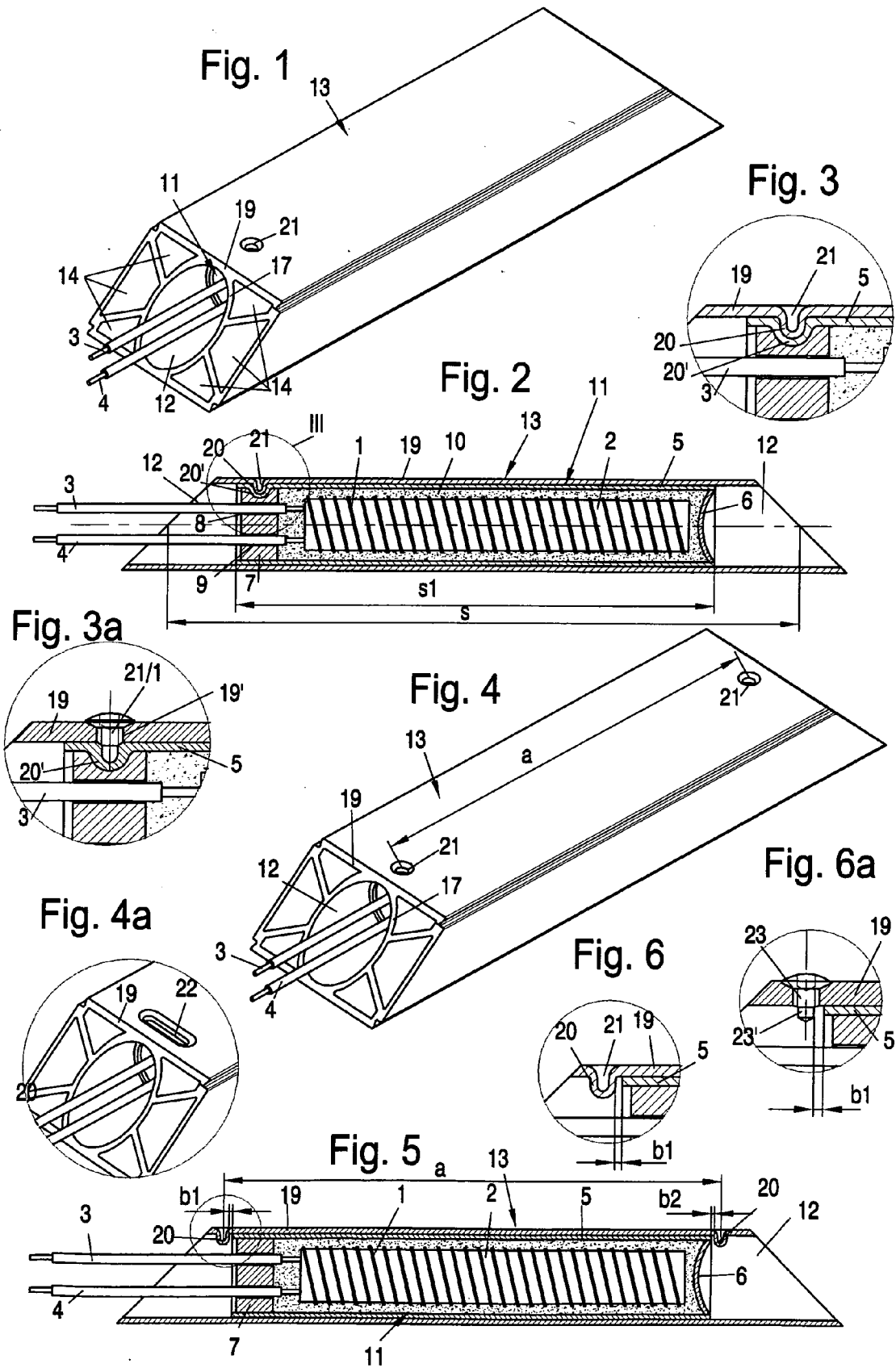
[0039] In beiden Fällen ist der Kühlkörper 13/3 bzw. sind die beiden den Kühlkörper 13/3 bildenden Platten 30 und 31 jeweils mit einer Länge s versehen, die größer ist als die Länge s_1 des Lastwiderstandes 11/1, so dass dieser mit dem erforderlichen axialen Spiel zwischen zwei den Hohlraum 37 in vertikaler Richtung mittig durchragenden Fixierelementen in Form von Spannstiften 47 und 48 oder in Form von Verbindungsschrauben 49 und 50 angeordnet werden kann.

[0040] Während beim Ausführungsbeispiel der Fig. 20 und 21 die beiden Spannstifte 47 und 48 ausschließlich als Fixierelemente für den dazwischen liegenden Lastwiderstand 11/1 dienen, werden beim Ausführungsbeispiel der Fig. 22 und 23 die beiden Verbindungsschrauben 49 und 50 nicht nur als Fixierelemente im oben genannten Sinne verwendet, sondern auch dazu benutzt, die beiden Platten 30 und 31 miteinander zu verbinden.

[0041] Auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 22 und 23 sind die beiden Verbindungsschrauben 49 und 50, die zugleich als Fixierelemente dienen, in einem solchen Abstand a voneinander angeordnet, dass sich der Lastwiderstand 11/1 temperaturbedingt ungehindert dazwischen ausdehnen kann, ohne dabei seine vorbestimmte Axiallage zu verändern.

Patentansprüche

1. Alu-Lastwiderstand bestehend aus wenigstens einer Widerstandswindel (1), welche mit von außen zugänglichen Anschlussleitern (3, 4) versehenen in einem Metallmantelrohr (5) angeordnet und in einer hoch verdichteten Isolierstoffpackung (10) (MgO, SiO₂ oder Quarzsand) eingebettet ist und wobei das Metallmantelrohr (5) in einem sowohl bezüglich seines Querschnitts als auch bezüglich seiner Länge auf die Abmessungen des Metallmantelrohrs (5) abgestimmten Hohlraum (12) eines aus einer Aluminiumlegierung bestehenden Kühlkörpers (13, 13/1, 13/2, 13/3)) angeordnet ist und mit diesem mantelflächig in thermischem Kontakt steht,
dadurch gekennzeichnet, dass das Metallmantelrohr (5) im Hohlraum (12) des Kühlkörpers (13, 13/1, 13/2, 13/3) mittels wenigstens eines radial in oder durch den Hohlraum (12) und das Querschnittsprofil des Metallmantelrohrs (5) ragenden Fixierelements (20, 23, 25, 25/1, 47, 48, 49, 50) axial derart fixiert ist, dass sich das Metallmantelrohr (5) temperaturbedingt im Hohlraum (12) bewegen kann, ohne seine durch das Fixierelement (20, 23, 25, 25/1, 47, 48, 49, 50) vorgegebene Axiallage zu ändern.
2. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallmantelrohr (5) aus einem Metall mit kleinem Wärmeausdehnungskoeffizienten, insbesondere aus Edelstahl besteht.
3. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fixierelement aus einem im Wesentlichen radial nach innen gerichteten Vorsprung (20) besteht.
4. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung (20) aus einem radial in die Wand des Hohlraums (12) eingepressten Nokken (20) besteht, der auch vertiefend und somit formschlüssig in das Metallmantelrohr (5) eingetrieben ist.
5. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorsprung aus einer in die Wand (19) des Kühlkörpers (13) eingeschraubten Schraube (23) besteht.
6. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallmantelrohr (5) zwischen zweinockenartigen, sickenartigen oder rippenartigen Vorsprüngen (20, 22) mit axialem Spiel angeordnet ist.
7. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallmantelrohr (5) des Lastwiderstands (11) zwischen zwei radial in den Hohlraum (12) des Kühlkörpers (13) hineinragenden Schrauben (23) mit axialem Spiel (b1 + b2) angeordnet ist.
8. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fixierelement aus einem radialen Druckstück (25) besteht, das mittels einer oder mehrerer Schrauben (26) kraftschlüssig fixierend auf dem Metallmantelrohr (5) des Lastwiderstands (11) aufliegt.
9. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fixierelemente zwei das Metallmantelrohr (5) des Lastwiderstands (11) im Hohlraum (12) des Kühlkörpers (13/2) zwischen sich aufnehmende Querlaschen (25/1) dienen, die in einem axialen Abstand (a) voneinander am Kühlkörper (13/2) angeordnet sind, der um wenigstens das temperaturbedingte Ausdehnungsmaß des Metallmantelrohrs (5) größer ist als dessen Länge (s1).
10. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Fixierelemente zwei das Metallmantelrohr (5) des Lastwiderstands (11) im Hohlraum (12) des Kühlkörpers (13/3) mit axialem Spiel (b1 + b2) zwischen sich aufnehmende Querstifte (47, 48) vorgesehen sind, die den Hohlraum (12) diametral oder sehnenartig verlaufend durchragen und in jeweils coaxialen Bohrungen der Hohlraumwand (17) befestigt sind.
11. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1 mit einem aus zwei Gehäuseteilen (30, 31) bestehenden Kühlkörper, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Gehäuseteile (30, 31) unter Einschluss des Lastwiderstands (11) durch Schrauben (49, 50) miteinander verbunden sind, welche den Hohlraum (12), in dem sich der Lastwiderstand (11) befindet, in einem axialen Abstand (a) voneinander durchragen, der um wenigstens das temperaturbedingte Ausdehnungsmaß des Metallmantelrohrs größer ist als dessen Länge (s1).
12. Alu-Lastwiderstand nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metallmantelrohr (5) zwischen zwei Querschnittsverengungen der Wand (17) des Hohlraums (12) mit axialem Spiel angeordnet ist.



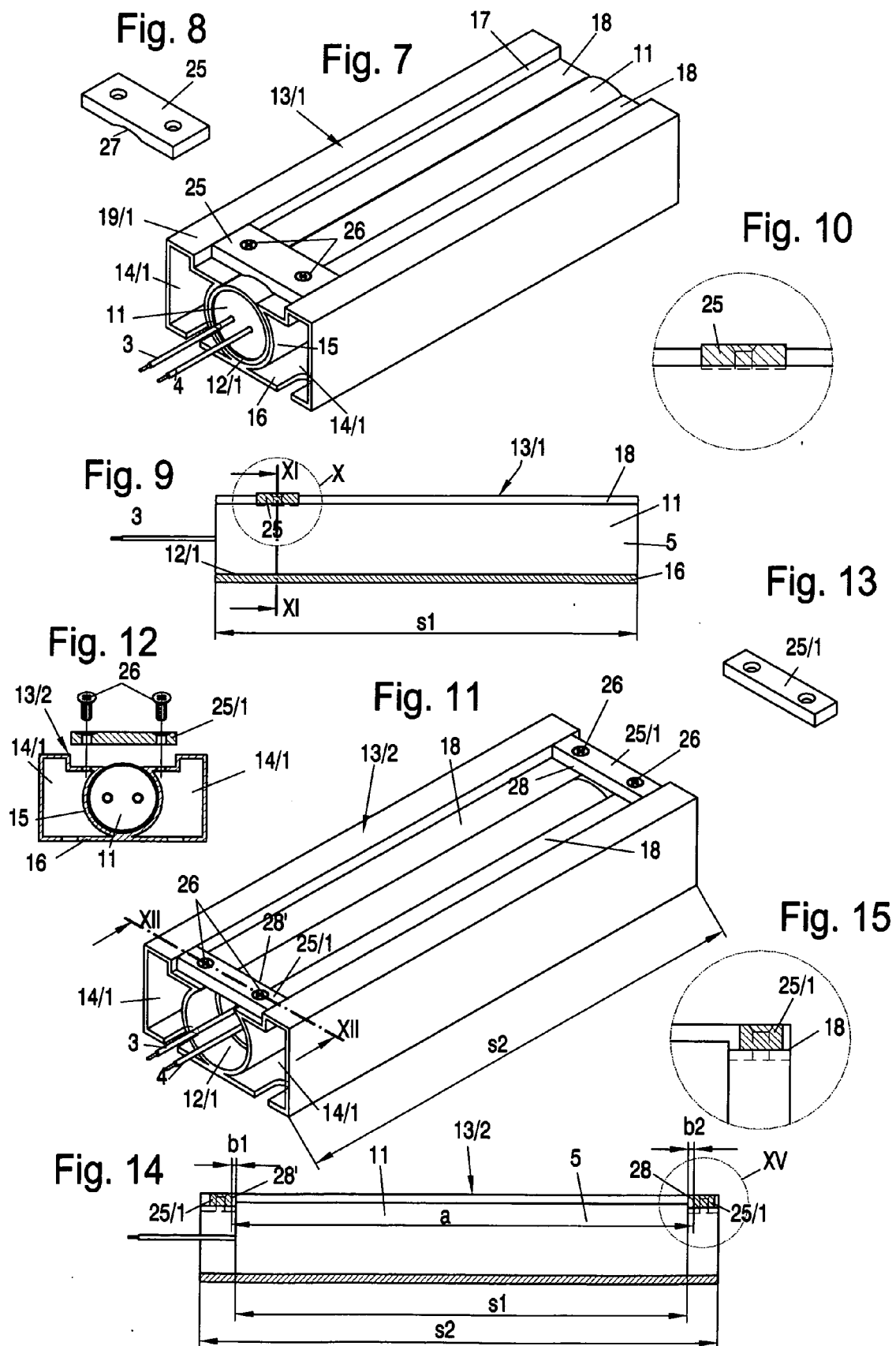


Fig. 16

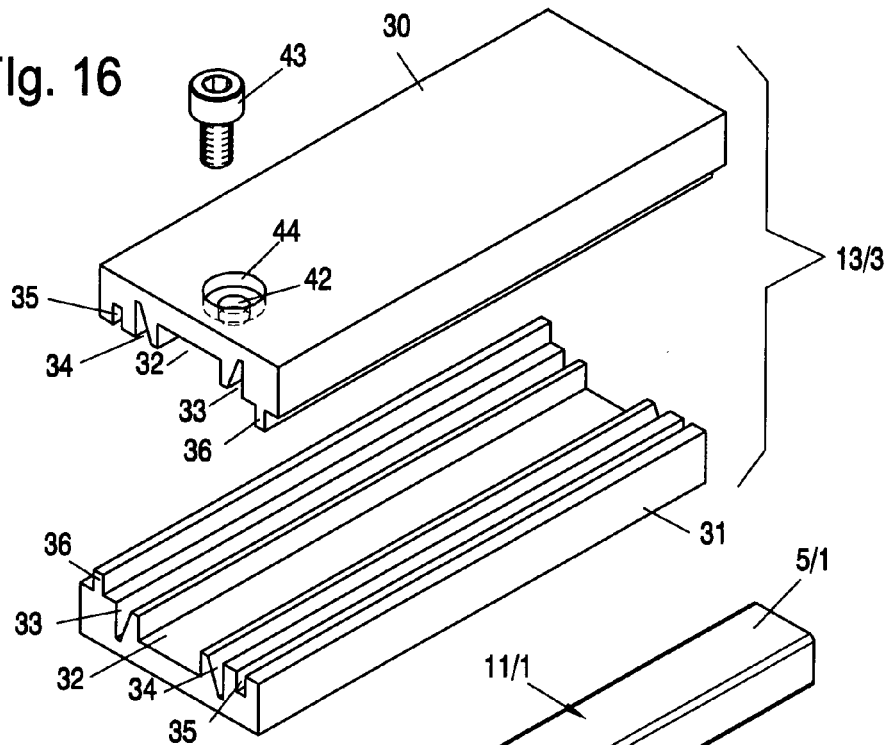


Fig. 17

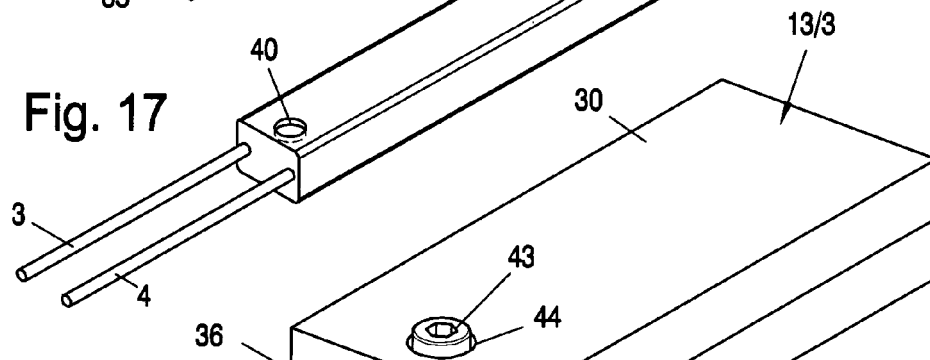


Fig. 18

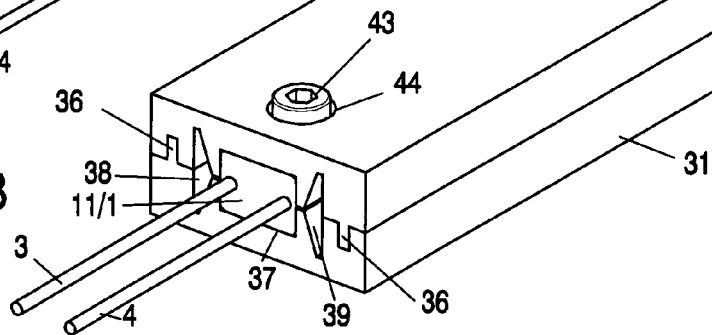
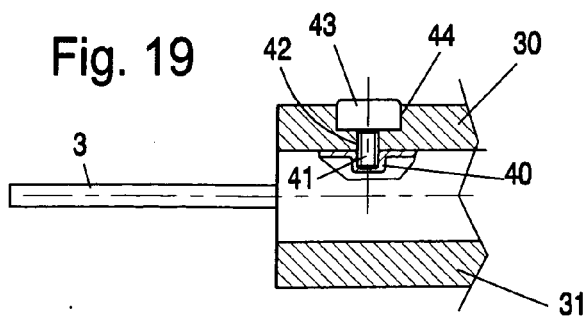
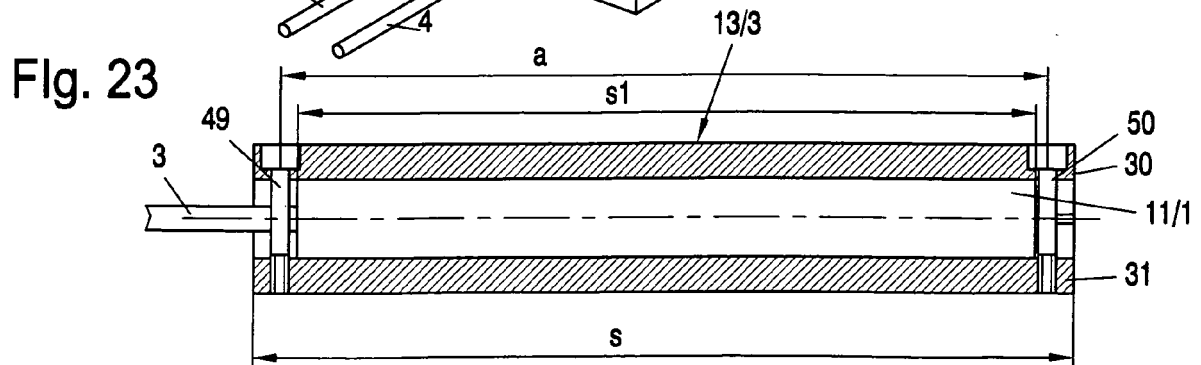
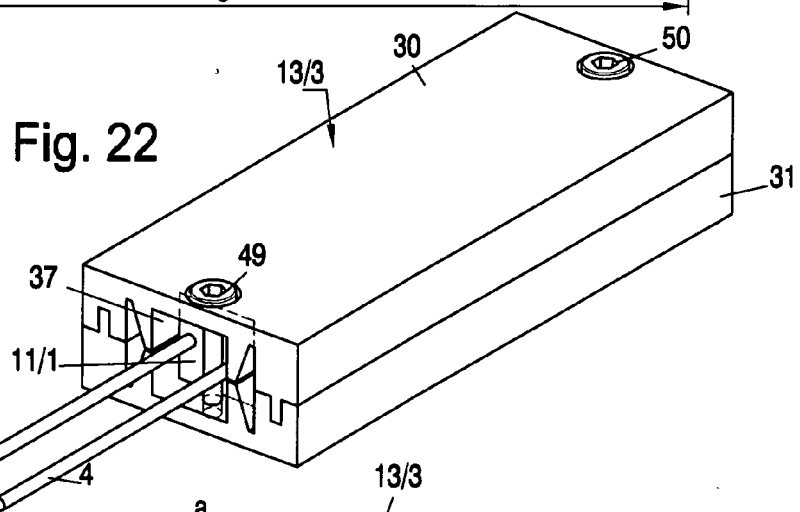
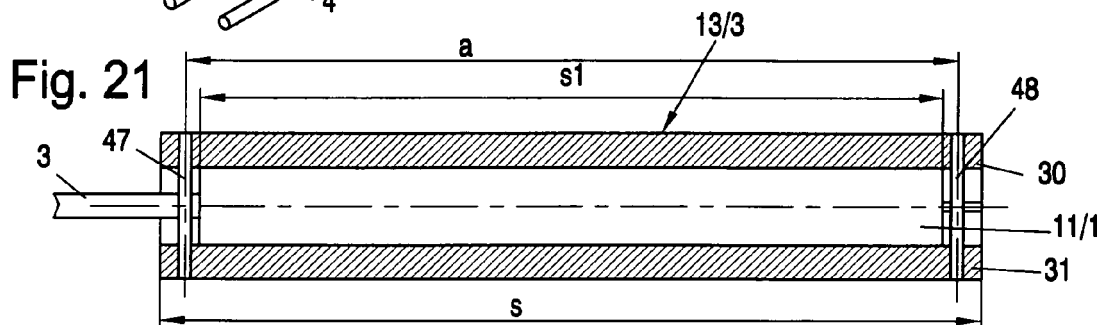
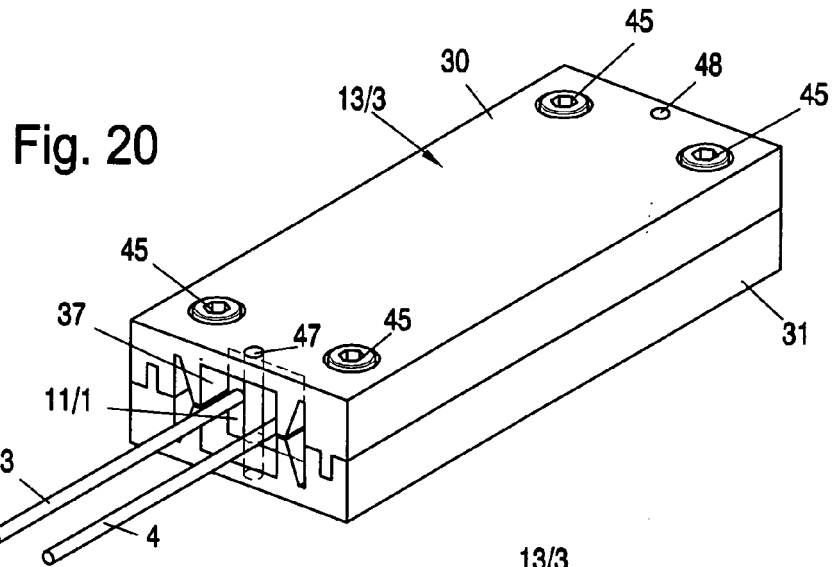


Fig. 19





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202007014360 U1 [0004]