

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 544 887 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.11.2006 Patentblatt 2006/48

(51) Int Cl.:
H01H 87/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04025252.0**

(22) Anmeldetag: **23.10.2004**

(54) **Vorrichtung und Montageverfahren einer selbsterholenden Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall**

Self-recovering current-limiting device with liquid metal and corresponding monting method

Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement et doté de métal liquide et procédé de montage correspondant

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **20.12.2003 DE 10360103**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(73) Patentinhaber: **Moeller GmbH
53115 Bonn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Erven, Wolfgang
53332 Bornheim (DE)**

- **Koch, Detlef
50996 Köln (DE)**
- **Zacharias, Albert
56566 Neuwied (DE)**
- **Freyermuth, Thomas
53505 Kalenborn (DE)**
- **Erdmann-Degenhardt, Knut
50670 Köln (DE)**
- **Schmidt, Rainer
53757 St. Augustin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-B- 1 788 143 DE-C- 19 853 580

EP 1 544 887 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft mindestens eine Vorrichtung und ein Montageverfahren mindestens einer Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall, umfassend ein zylindrisches Gehäuse, Elektroden aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden hintereinander liegende Verdichterräume, die durch im Gehäuse gehaltene mit Verbindungskanälen durchbrochene Zwischenwände gebildet werden.

[0002] Das Prinzip der selbsterholenden Strombegrenzungsvorrichtung ist beispielsweise aus der Druckschrift SU 922 911 A bekannt. Die Vorrichtung enthält Elektroden, die in einem Isoliergehäuse mittels erste Isolierkörper getrennt sind. Innerhalb des Isoliergehäuses sind durch isolierende Zwischenwände und dazwischen angeordnete zweite Isolierkörper, die als ringförmige Dichtscheiben ausgeführt sind, mit Flüssigmetall teilweise ausgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit Flüssigmetall ausgefüllte Verbindungskanäle der Zwischenwände verbunden sind. Damit besteht im Normalbetrieb über das Flüssigmetall eine durchgehende innere leitende Verbindung zwischen den Elektroden. Im Strombegrenzungsfall wird infolge der hohen Stromdichte das Flüssigmetall aus den Verbindungskanälen verdrängt. Damit ist die elektrische Verbindung der Elektroden über das Flüssigmetall unterbrochen, was zur Begrenzung des Kurzschlussstromes führt. Nach Abschaltung oder Beseitigung des Kurzschlusses füllen sich die Verbindungskanäle wieder mit Flüssigmetall, worauf die Strombegrenzungsvorrichtung erneut betriebsbereit ist.

[0003] In der DE 40 12 385 A1 wird eine Vorrichtung mit nur einem Verdichterraum beschrieben und als Medium über dem Flüssigkeitsspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. Zur Verbesserung der Begrenzungseigenschaften sind nach SU 1 076 981 A die Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände gegeneinander versetzt angeordnet. In SU 1 094 088 A ist als Material für die Elektroden Kupfer angegeben. Es ist nach DE 26 52 506 A1 bekannt, bei Kontaktvorrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere GaInSn-Legierungen zu verwenden.

[0004] Es gibt verschiedene Vorschläge für den Aufbau und die Konstruktion einer Strombegrenzungsvorrichtung. Die Prinzipien der Konstruktion richten sich nach unterschiedlichen Gesichtspunkten, wobei jeweils bestimmte Zielrichtungen im Vordergrund stehen, wie etwa

- ein einfacher Aufbau,
- besondere Sicherung während Druckbelastung,
- erhöhte Lebensdauer durch Berücksichtigung der thermischen Belastung,
- präzise Bemessung der Füllmenge und Abstimmung mit der Begrenzungseigenschaft,
- besondere Beachtung des schichtweisen Aufbaus

der Teile (Zwischenwände, Elektroden),

- Betriebslage und ihre Beziehung zur Konstruktion.

[0005] Eine Darstellung eines konstruktiven Aufbaus mit einem zugehörigen Herstellverfahren findet sich in DE 199 09 558 C1. Bei dieser Konstruktion werden für das Gehäuse zwei identische Halbschalen in Längsteilung der zylindrischen Vorrichtung vorgeschlagen. Eine andere Konstruktion wird in DE 199 16 324 A1 vorgeschlagen. Das Gehäuse wird aus zwei becherförmigen, quer zur Symmetrieachse geteilten Gehäuseteilen aufgebaut.

[0006] Eine wieder andere Konstruktion findet sich in DE-AS 17 88 143, bzw. in DE-OS 17 63 145. Diese Vorrichtung - mit einem zentralen Kanal für das Strombegrenzungsmaterial - hat kein eigentlich äußeres Gehäuse. Der Aufbau wird durch einen aufwendigen Stapel von tsotierscheiben und Leiterscheiben gebildet, welcher durch achsial (in Längsrichtung des zylindrischen Aufbaus) verlaufende Spannbolzen zusammengehalten wird. Die Dichtigkeit des Stapels wird dadurch erreicht, dass eine Materialpaarung von Aluminiumoxid-Scheiben mit Dichtscheiben aus Speckstein und aus Chlorbutadien vorgenommen wird. Hier können sich bei hohen Drücken die Scheiben aus Speckstein und/oder aus Chlorbutadien plastisch verformen, wodurch die Dichtigkeit der Anordnung gewährleistet bleibt.

[0007] Eine andere Konstruktion ist rohrförmig mit einem einteiligen Gehäuse (DE 24 20 996 A1), in dem ebenfalls ein einziger innerer Zwischenraum (statt mehrerer Hohlräume) vorhanden ist. Das Gehäuse ist durch aufgeschraubte Endkappen verschlossen. Das rohrförmige Gehäuse hat einen als keramisches Futter ausgebildeten Einsatz mit Expansionskammer zur Aufnahme des Drucks.

[0008] Der Aufbau eines Gehäuses aus zwei Kunststoff-Halbschalen erscheint problematisch, weil die genaue Passung der Teile nur durch extrem enge Toleranzen erreichbar ist. Ein weiteres Problem eines solchen Aufbaus liegt darin, dass die Vorrichtung aus einer Vielzahl von Einzelteilen herzustellen ist, die aus unterschiedlichen Materialien (Metall, Keramik, Kunststoff) bestehen und untereinander abgedichtet werden müssen. Wegen der Stoffpaarungen sind thermische Ausdehnungskoeffizienten zu berücksichtigen. Dies führt dazu, dass die Abdichtung der Räume untereinander in der Vorrichtung das kritischste Problem darstellt, und an die Fertigungsqualität die höchste Anforderung stellt.

[0009] Zu den verschiedenen Aspekten der Herstellung tritt hinzu, dass Schwierigkeiten beim Einfüllen mit Flüssigmetall auftreten können. Das Problem liegt im Einfluss der hohen Oberflächenspannung des Flüssigmetalls. Beim Füllen der Verdichterräume und Verbindungskanäle kann es geschehen, dass unerwünschte Toträume und Luft- oder Gaseinschlüsse verbleiben. Dies muss vermieden werden. Auch ist bei der Montage zu berücksichtigen, ob nach dem Füllen die Vorrichtung in einer stabilen Lage verbleibt, oder ob die Lage verän-

dert wird, und die Vorrichtung noch Erschütterungen erfährt, wodurch eine Verlagerung des Flüssigmetalls in der Vorrichtung möglich wird, und die Metall-Verteilung die Funktionsfähigkeit beeinträchtigt.

[0010] Für eine rationelle Fertigung scheinen bekannte Vorrichtungen aus den genannten Gründen wenig geeignet, dies gilt insbesondere für die gattungsgemäße Anordnung aus SU 922 911 A.

[0011] Eine weitere Anordnung ist aus DE 198 53 580 C1 bekannt, bei der - ähnlich wie bei der DE-AS 17 88 143 - Dichtringe eingesetzt werden müssen, um ein gegen die auftretenden hohen Drücke sicheres Formgehäuse erzeugen zu können.

[0012] Es ist die Aufgabe der Erfindung, mindestens, eine Vorrichtung und zugehörige Montageverfahren anzugeben, die sich durch Verringerung der Zahl der zur Montage einzusetzenden Teile auszeichnen, und bei der sich der Füllvorgang einfach gestalten lässt und der Verschluss- bzw. Herstellvorgang zu einem hermetisch dichten Gehäuse führt.

[0013] Die Lösung der Aufgabe findet sich in nebengeordneten ansprüchen. Weiterführende Einzelheiten sind in den zugehörigen Unteransprüchen formuliert.

[0014] Der Kern der Erfindung stellen Strombegrenzungsvorrichtungen dar, bei denen zur Erleichterung der Vorfabrikation und der Endmontage ein Stapel aus mit mindestens einem Verbindungskanal versehenen Zwischenwänden zusammen mit Formdeckeln in einem Trennkörper gebildet wird und dieser in einem zylindrischen Gehäuse nach Füllung mit Flüssigmetall verschlossen wird, wobei zum hermetischen Verschluss entweder ein aushärtbarer Wickelkörper oder eine in einen Hohlraum eingefüllte aushärtbare Masse eingesetzt wird.

[0015] Zur Ausbildung der Zwischenwände können vorteilhaft Keramikscheiben auf der Basis von Bornitrid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid eingesetzt werden.

[0016] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, die von dem Flüssigmetall benetzten Flächen der Elektroden mit einer gegenüber dem Flüssigmetall diffusionsbeständigen, leitenden Materialschicht zu versehen. Damit wird zusätzlich der Diffusion und Korrosion der vom Flüssigmetall benetzten Flächen wirksam begegnet, was zu einer erheblichen Vergrößerung der Oberflächenbeständigkeit der Elektroden und damit der Stabilität und Lebensdauer der Vorrichtung führt. Zweckmäßigerweise besteht die Materialschicht aus einem Übergangsmetall oder einer seiner Legierungen (vorzugsweise Molybdän). Die Materialschicht kann zweckmäßig als aufgefügtes, beispielsweise aufgeklebte oder aufgelötete, oder als bündig eingefügte Folie oder als aufgalvanisierte, aufgedampfte oder durch Reibschweißen aufgebraachte Metallschicht ausgeführt sein. Die leitende Materialschicht kann unterhalb einer nichtleitenden Keramikscheibe entweder ganz oder teilweise weitergeführt, aber auch ausgespart sein.

[0017] Aufbau und Montagevorgang der Strombe-

grenzungsvorrichtung werden im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen erläutert, welche im Einzelnen zeigen:

- 5 Fig. 1 eine Schnittdarstellung der Strombegrenzungsvorrichtung,
Fig. 2 eine Explosionsdarstellung,
Fig. 3 einen Ringformkörper,
Fig. 4 eine Zwischenwand und
10 Fig. 5A und 5B zwei verschiedene Ringformkörper.

[0018] Die in den Figuren dargestellte Strombegrenzungsvorrichtung 100 mit Flüssigmetall (beispielsweise einer GaInSn-Legierung) umfasst ein zylindrisches, rohrförmiges und druckfestes Gehäuse 24, zwei Elektroden 17', 17" aus Festmetall (vorzugsweise Kupfer) zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis, mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden 17', 17" hintereinander liegende Verdichterräume 40, die durch isolierende, mindestens einen Verbindungskanal 38 enthaltende Zwischenwände gebildet werden. Die Elektroden 17', 17" sind mit einem Formdeckel 20', 20" in Art einer Kunststoff-Fassung aus Isoliermaterial umgeben. Die Formdeckel 20', 20" haben Deckelnasen 21.1', 21.1", 21.2" zur Abstandslagerung. In dem Gehäuse 24 werden die Elektroden 17', 17" gemeinsam mit den Zwischenwänden 32 und den Trennkörpern 34', 34" kraftschlüssig gehalten. Zum kraftschlüssigen Verbinden der Teile im Gehäuse können unterschiedliche Verfahren eingesetzt werden.

[0019] Das Gehäuse 24 kann als metallischer Zylinder oder als Wickelkörper aus Kompositmaterial ausgebildet sein. Die zugehörige Ausführungsform wird an anderer Stelle dargestellt.

[0020] Ein metallisch ausgebildetes Gehäuse kann beidseitig mit Innengewinde 24.1 versehen sein. Am ersten Ende Gehäuses kann im ersten Schritt der Montage ein erster druckfester Deckel 10' aufgeschraubt werden, wobei die Verschraubung 24.1 beispielsweise durch Kleber gesichert wird. Da beide Deckel (auch als Endabschlüsse bezeichnet) vorzugsweise identisch ausgebildet sein sollen, haben beide Deckel ein zentrales Loch für den Anschlussleiter der Elektrode und mindestens eine weitere Bohrung 12', 12" zur Befüllung mit Füllmasse 52. Es kann jedoch auch nur ein Deckel mit Befüllöffnungen vorgesehen sein, so dass der Arbeitsgang des Verschließens der Befüllöffnungen bei einem der Deckel wegfällt. Nach dem einseitigen Verschließen werden alle vorhandenen Öffnungen (vorzugsweise Gewindebohrungen) auf dieser Seite (vorzugsweise mit Gewindestifte 16', 16") verschlossen, wobei auch die zentrale Bohrung (15', 15") der erst verwendeten Elektrode (17') ebenfalls verschlossen wird.

[0021] Die mit Verbindungskanälen versehenen Zwischenwände 32 bestehen vorzugsweise aus einem Material auf der Basis von Glimmer, Bornitrid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid. Die Zwischenwände 32 sind gemeinsam mit dem mindestens einen

Trennkörper 34, 34" derart im Gehäuse 24 eingebracht, dass ein zur Innenwand des Gehäuses 24 angrenzender Zwischenraum 50 gebildet ist. Der Zwischenraum 50 ist mit einer dauerhaften Füllmasse 52 gefüllt.

[0022] Als Füllmasse 52 kann eine niedrigviskose Masse eingesetzt sein, die nach dem Einfüllen in die Vorrichtung 100 dauerhaft verfestigt ist. Vorzugsweise ist die Füllmasse 52 eine aushärtbare Gieß- oder Formmasse.

[0023] Der Trennkörper kann ein einstückiges Gebilde (ein zylindrischer Formkörper) sein, in dem die Zwischenwände liegen, oder er kann ein aus mehreren Einzelteilen aus Ringformkörpern 34, 34' zusammengesetzter Stapel sein. Die Ringformkörper können aus Kunststoff im Spritzgussverfahren hergestellt sein. In den Figuren 5A und 5B sind zwei Typen von Ringformkörpern 34, 34' dargestellt. In den Figuren 5A und 5B sind möglicherweise vorhandene Verzahnungen nicht gezeichnet. Diese (35, 35') sind in Fig. 3 gezeigt. Die Typen der Ringformkörper 34, 34' unterscheiden sich in der Lage der Trennflächen 37. Der Typ 34 entspricht einem Ringformkörper gemäß Fig. 3, wo das Zwischenwand ringförmig mit dem Ringformkörper 34 umspritzt ist. Der Typ 34' ist so gebildet, dass die Zwischenwände 32 seitlich in die Ringformkörper 34' einlegbar sind, dargestellt als Pfeile in Fig. 5B.

[0024] Wenn der Stapel aus Zwischenwänden und Ringformkörpern nicht als einstückiger zylindrischer Formkörper im Umspritzverfahren hergestellt und verwendet wird, sollten an den Ringformkörpern 34, 34' Trennflächen 37 mit geringer Oberflächenrauigkeit ausgebildet sein, die einen engen Formschluss benachbarter Zwischenwände 32 bewirken (siehe Fig. 3). Die Trennflächen 37 gemäß Fig. 3 sind mit einer Verzahnung 35, 35' versehen, so dass der Formschluss besonders eng gestaltet ist. Die Verzahnung 35, 35' ist in der Ausführungsform als Nut-und-Feder-Verzahnung ausgebildet. Es kann jedoch auch nur eine einzige Nut in den Trennflächen vorgesehen sein, in die ein Dichtring eingelegt ist.

[0025] Am Außenrand der Ringformkörper 34 sind Abstandsnasen 36 ausgebildet, so dass zwischen den gegen die Innenwand des Gehäuses gerichteten Flächen der Ringformkörper 34, 34' und der Innenwand des Gehäuses 24 der erwähnte, angrenzende Zwischenraum 50 gebildet ist.

[0026] Die Zwischenwände 32 sind in zweckmäßiger Weise auf die innere Oberfläche der Ringformkörper (Typ 34') geklebt, gelötet oder in einer geeigneten Weise eingefügt. Es ist bei der Montage zu beachten, dass die Lage der Verbindungskanäle 38 zur Flüssigmetalloberfläche eindeutig ist. Es sollte also eine Lagecodierung der Zwischenwände 32 untereinander vorhanden sein, so dass die Lage der Zwischenwände in den Ringformkörpern einheitlich ist. Hierzu könnte beispielsweise am Rand der Zwischenwände 32 eine Nase oder eine Nut angebracht sein, die entsprechend in eine Nut oder eine Nase im Ringformkörper 34, 34' greift. Dies ist in den

Figuren nicht dargestellt. Damit erreicht man eine eindeutige Lagezuordnung zwischen den Verbindungskanälen 38 der Zwischenwände untereinander, wenn die Ringformkörper in fester eindeutiger Lage im Gehäuse liegen. Somit sollte eine zweite Lagecodierung der Ringformkörper zum Gehäuse vorhanden sein. Dann ist es möglich, dass in dem aus den Ringformkörpern mit innenliegenden Zwischenwänden gebildeten Stapel 30 alle Verbindungskanäle 38 in fester Anordnung hinter einander liegen. Die Verbindungskanäle können in einer Richtung hinter einander liegen, oder zueinander versetzt sein. Bei der letzteren Anordnung würde im Strombegrenzungsfall der Weg des durchgehenden Lichtbogens verlängert sein.

[0027] Zur Lagecodierung der Ringformkörper sollten beispielsweise die Abstandsnasen 36 am Rand der Ringformkörper so angeordnet sein, dass ihre Anordnung nur eine 180° Drehsymmetrie hat, wie in Fig. 3 gezeigt. Dann kann anhand der Positionen der Abstandsnasen die eindeutige Lagezuordnung der Verbindungskanäle 38 vorgenommen werden und die Einbaulage, bzw. die Position des vorgenannten Stapels 30 im Gehäuse ebenfalls eindeutig und fehlerfrei bestimmt werden. Eine andere Möglichkeit der Lagecodierung der Ringformkörper untereinander kann darin bestehen, auf der einen Seite der Trennflächen einen Codiernocken 39' vorzusehen, der mit einer Vertiefung 39" korrespondiert, der auf der anderen Seite der Trennflächen angebracht ist. Die ist schematisch an den beiden äußeren Trennscheiben in Fig. 5A dargestellt.

[0028] Wichtig ist somit, dass in der Vorrichtung die Lage der Verbindungskanäle zur Oberfläche des Flüssigmetalls eindeutig ist. Ob nun hierzu die vorbeschriebenen Maßnahmen über Lagecodierungen vorgenommen werden, oder andere Maßnahmen ergriffen werden, hängt vom technologischen Aufwand ab und kann vom Fachmann individuell gemäß den Anforderungen leicht entschieden werden. Die gemeinsam mit den Zwischenwänden 32 einen Stapel 30 bildenden Trennkörper 34 können einzeln eingeführt oder sie können vor dem Einfügen in das Gehäuse untereinander formschlüssig zu einem Stapel 30 verbunden werden. Nach der Stapelbildung kann die Verbindung der Ringformkörper untereinander durch Verkleben, durch Reibschweißen oder durch Ultraschallschweißen vorgenommen werden.

[0029] Die beiderseitigen Elektroden (einschließlich ihrer Formkörper 20', 20") sollten bei der Stapelbildung vorzugsweise ebenso formschlüssig aufgebracht werden.

[0030] Nach dem Einbringen des Stapels in ein Metallgehäuse, wird das Metallgehäuse 24 auf seiner anderen noch offenen Seite 25 - wie auf der ersten Seite - mit dem zweiten druckfesten Deckel 10" verschlossen. Die Verschraubung 24.1 kann mit einem Kleber gesichert werden. Anstelle einer Verschraubung kann auch eine andere Art der dauerhaften Verbindung der Deckel mit dem Gehäuse vorgenommen werden. Die Bohrungen 12" des zweiten Deckels 10" werden nicht verschlossen,

da diese als Füllöffnungen zum Befüllen mit aushärtbarer Vergussmasse 52 verwendet werden sollen. Nach Befüllen mit der Vergussmasse und dem Aushärtenlassen kann die Befüllung mit Flüssigmetall vorgenommen werden.

[0031] Das Flüssigmetall kann durch die zentrale, verschließbare Bohrung (15', 15") einer der Elektroden eingefüllt werden. Nach dem Füllen mit ausreichend Flüssigmetall wird die zentrale Bohrung (15', 15") mit einem Gewindestift 16' verschlossen. Die Lage des Gewindestifts wird ebenfalls mit Kleber gesichert. Allerdings sind auch andere Füllverfahren einsetzbar oder andere Füllöffnungen in Lage und Größe denkbar. Ein Vorschlag zum Befüllen kann darin bestehen, dass Flüssigmetall in Festform (in gefrorenem Zustand) vor dem Zusammenbau in die Verdichterräume einzulegen.

[0032] Oberhalb des Flüssigmetalls befindet sich beispielsweise Vakuum; aber auch ein Schutzgas wäre möglich. Die Evakuierung bzw. die Schutzgasbefüllung wäre der letzte Schritt nach dem Füllen mit Flüssigmetall.

[0033] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, die von dem Flüssigmetall benetzten Flächen der Elektroden 17', 17" aus Kupfer mit einer leitenden, gegenüber dem Flüssigmetall inerten Materialschicht 19 zu versehen. Die Materialschicht 19 kann aus hochlegiertem Edelstahl, Wolfram, Molybdän, Vanadium, Nickel, Tantal, Titan, Rhenium, Chrom oder deren Legierungen bestehen. Die Materialschicht kann zweckmäßig als aufgefügtes, beispielsweise aufgeklebte oder aufgelötete, oder als bündig eingefügte Folie (etwa 0,2 bis 0,3 mm dick) oder als aufgalvanisierte, aufgedampfte, walzplattierte oder durch Reibschweißen aufgebraute Metallschicht ausgeführt sein. Die leitende Materialschicht kann unterhalb einer nichtleitenden Keramikscheibe entweder ganz oder teilweise weitergeführt, aber auch ausgespart sein. Damit wird zusätzlich der Diffusion und Korrosion der vom Flüssigmetall benetzten Flächen wirksam begegnet, was zu einer erheblichen Vergrößerung der Oberflächenbeständigkeit der Elektroden und damit der Stabilität und Lebensdauer der Vorrichtung führt.

[0034] Wie schon erwähnt, wird die Vorrichtung 100 beidseitig mit einem Deckel 10', 10" verschlossen. Die Deckel 10', 10" weisen eine zentrale Bohrung auf, durch welche jeweils ein Anschlussleiter der Elektroden 17', 17" hindurchgreift. In mindestens einem Anschlussleiter ist eine dauerhaft verschließbare Füllöffnung 15', 15" für das Flüssigmetall ausgebildet. Nach dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel soll die Füllöffnung auch durch eine Öffnung in der Materialschicht 19 hindurchgehen. Für diesen Fall sollte beim Verschließen der Füllöffnung 15', 15" dafür gesorgt werden, dass die gegen das Flüssigmetall gerichtete Oberfläche des Verschlussstopfens 16', 16" möglichst aus demselben Material besteht, wie die besagte Materialschicht. Als ein Vorschlag zur Realisierung dieser Maßnahme kann vorggetragen werden, dass eine dünne Scheibe aus demselben Material wie die Materialschicht - beispielsweise Mo-

lybdän - von außen in die zu verschließende Öffnung lasergeschweißt eingebracht wird, und gegen diese Scheibe der Verschlussstopfen eingebracht wird. Anhand dieser Vorschläge dürfte der Fachmann in der Lage sein, auch Abwandlungen zu erwägen, die denselben Zweck erfüllen und sicherstellen, dass einerseits ein sicherer Verschluss erzielt wird und andererseits, die Elektrode auch im Bereich des Verschlussstopfens gegen Diffusions- und Korrosionsangriff geschützt bleibt.

[0035] Das Einbringen der Deckel in die Vorrichtung ist mit einer Langzeitsicherung verbunden. Das Verfahren zur Langzeitsicherung kann Kleben, Schweißen (Laserschweißen, Reibschweißen) oder Rollieren der Formdeckel in den Rand 24.1 des Gehäuses sein.

[0036] Erwähnt wurde, dass das Gehäuse auch als Komposit- oder Wickelkörper ausgebildet sein kann. Diese Ausführungsform besteht darin, dass der Stapel 30 aus Zwischenwänden und Trennkörpern als einheitliches Gebilde hergestellt wird, wobei eine zylindrische Form entsteht, die eine relativ glatte Oberfläche hat, etwa so wie mit Bezugszeichen 42 in Fig. 5A dargestellt. Unter Ausnutzung des einheitlich geformten Gebildes kann ein alternatives Montageverfahren vorgesehen sein, bei dem ein besonderer Zwischenraum zwischen Stapel 30 und Gehäuse nicht vorhanden ist. Die Zylinderform wird unmittelbar auf die Oberfläche 42 als Komposit aus Wicklelementen (beispielsweise Glasfasern) und Kunststoff- oder Kunstharzkörper aufgebracht.

[0037] Das alternative Montageverfahren stellt sich somit so dar, dass ein Stapel 30 aus Zwischenwänden 32 und dem mindestens einen Trennkörper 34 gebildet wird, dass dem Stapel 30 beidseitig die Deckel 10', 10" einschließlich der in die Deckel 10', 10" eingelegten Elektroden 17', 17" hinzugefügt werden, dass die mit den vorgenannten Schritten gebildete Anordnung untereinander in Achsrichtung der Vorrichtung unter mechanisch Spannung gesetzt wird, so dass die Trennkörper 34 untereinander dicht und formschlüssig aufeinander liegen, dass auf der Oberfläche des Stapels 30 der Kompositkörper gebildet wird. Der Kunststoff, bzw. der Kunstharz des Kompositkörpers verfestigt sich zur Bildung eines druckfesten Gehäuses. Durch mindestens eine, in einem der Deckel vorhandene Füllöffnung 15', 15" wird in die Verdichterräume 40 Flüssigmetall gefüllt und die Füllöffnung 15', 15" verschlossen.

[0038] Es soll noch abschließend betont werden, dass die erfindungsmäßige Konstruktion unabhängig von den Betriebseigenschaften der Vorrichtung gestaltet ist. Eigenschaften und Dimensionierung der Vorrichtung die den Betrieb betreffen sind etwa Auswahl der Flüssigmetall-Legierung, Verwendung von Schutzgas oder Vakuum in den Verdichterräumen, Zahl und Lage der Verbindungskanäle in den Zwischenwänden, Füllhöhe mit Flüssigmetall, Lage der Vorrichtung im Normalbetrieb, Leistungsbereich für den Strombegrenzungsfall (mit der Abschaltstromstärke als bestimmendes Maß).

Bezugszeichen**[0039]**

10' 10"	erster, zweiter Deckel	5
12' 12"	Bohrung (Füllöffnung)	
14' 14"	Gewindestift	
15'	Füllöffnung	
16' 16"	Verschlussstift	
17' 17"	Elektrode	10
19'	Materialschicht	
20' 20"	Formdeckel	
21.1" 21.2"	Deckelnasen	
24	Gehäuse	
24.1	Verbindungsfläche (Verschraubung, Verklebung)	15
25	Öffnung / offene Seite	
30	Stapel	
32	Zwischenwand (Keramikscheibe)	
34 34'	Trennkörper (Ringformkörper) (Kunststoff-Spritzteile)	20
35 35'	Verzahnung (Nut und Feder)	
36	Abstandsnase	
37	Trennfläche	
38	Verbindungskanal	25
39' 39"	Codiernocken und Codierloch	
40	Verdichterraum	
42	Zylinderform	
50	Zwischenraum	
52	Vergussmasse	30
100	Strombegrenzungsvorrichtung	

Patentansprüche**1. Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall, umfassend**

- ein zylindrisches, druckfestes Gehäuse (24),
- zwei Elektroden (17', 17") aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis,
- mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden (17', 17") hintereinander liegende Verdichterräume (40), die durch isolierende, mindestens einen Verbindungskanal (38) enthaltende Zwischenwände (32) seitlich begrenzt werden,
- wobei die beiden äußeren Verdichterräume jeweils durch eine Zwischenwand (32) und einen isolierenden Formdeckel (20', 20") seitlich begrenzt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einziger Trennkörper in Zylinderform (42) vorhanden ist, in den die Zwischenwände (32) eingebracht sind,

Endabschlüsse (10', 10") als seitliche Begrenzung der Zylinderform (42) einschließlich der in die End-

abschlüsse eingelegten Elektroden (17', 17") mit verschließbaren Füllöffnungen (15', 15") für Flüssigmetall vorhanden sind und die Zylinderform (42) von einem aus Fasern und Aushärtmasse gebildeten Gehäuse (24') umgeben ist.

2. Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall, umfassend

- ein zylindrisches, druckfestes Gehäuse (24),
- zwei Elektroden (17', 17") aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis,
- mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden (17', 17") hintereinander liegende Verdichterräume (40), die durch isolierende, mindestens einen Verbindungskanal (38) enthaltende Zwischenwände (32) seitlich begrenzt werden,
- wobei die beiden äußeren Verdichterräume jeweils durch eine Zwischenwand (32) und einen isolierenden Formdeckel (20', 20") seitlich begrenzt werden,
- wobei mehrere unmittelbar aneinanderliegende zylindrische Trennkörper (34, 34') vorhanden sind, in die jeweils eine Zwischenwand (32) eingebracht ist;

dadurch gekennzeichnet, dass die Trennkörper (34, 34') zusammen mit den Formdeckeln (20', 20") einen in ein zylindrisches Metallgehäuse (24) eingefügten Stapel (30) bilden, **dass** der geformte Stapel (30) derart in Bezug zum Gehäuse (24) ausgebildet ist, dass zwischen zylindrischer Oberfläche des Stapels (30) und der Innenwand des Gehäuses (24) ein Zwischenraum (50) vorhanden ist, und **dass** der Zwischenraum (50) nach Montage des Stapels (30) im Gehäuse mit einer dauerhaften verfestigten Füllmasse (52) gefüllt ist und

Endabschlüsse (10', 10") als seitliche Begrenzung des Stapels (30) einschließlich der in die Endabschlüsse eingelegten Elektroden (17', 17") mit verschließbaren Füllöffnungen (15', 15") für Flüssigmetall vorhanden sind.

3. Strombegrenzungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass als Füllmasse (52) eine niedrigviskose Masse eingesetzt ist, die nach dem Einfüllen in die Vorrichtung (100) dauerhaft verfestigt ist.****4. Strombegrenzungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllmasse (52) eine aushärtbare Gieß- oder Formmasse ist.****5. Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren zy-**

lindrischen Trennkörper Ringformkörper (34, 34') sind.

6. Strombegrenzungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringformkörper (34, 34') mit Trennflächen (37) ausgebildet sind, die einen engen Formschluss benachbarter Ringformkörper (34, 34') bewirken. 5
7. Strombegrenzungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennflächen (37) mit einer Verzahnung (35, 35') versehen sind. 10
8. Strombegrenzungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Ringformkörpern (34) Abstandsnasen (36) ausgebildet sind, so dass zwischen den gegen die Innenwand des Gehäuses gerichteten Flächen der Ringformkörper (34, 34') und der Innenwand des Gehäuses (24) der angrenzende Zwischenraum (50) gebildet ist. 15 20
9. Strombegrenzungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenwände (32) in der Zylinderform oder im Stapel der Trennkörper (34, 34') derart gelagert sind, dass eine fest zugeordnete Ausrichtung der Verbindungskanäle (38) untereinander in den Zwischenwänden (32) vorliegt. 25 30
10. Strombegrenzungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (17', 17'') mit einem Formdeckel (20', 20'') aus Isoliermaterial umgeben sind. 35
11. Strombegrenzungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschluss der Vorrichtung (100) beidseitig über die Endabschlüsse (10', 10'') erfolgt. 40
12. Strombegrenzungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf der vom Flüssigmetall benetzbaren Fläche der Elektroden (17', 17'') jeweils eine leitende, gegenüber dem Flüssigmetall beständige Materialschicht (19') aufgetragen ist. 45
13. Strombegrenzungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endabschlüsse (10', 10'') eine Bohrung aufweisen, durch welche jeweils ein Anschlussleiter der Elektroden (17', 17'') hindurchgreift und dass in mindestens einem Anschlussleiter eine verschließbare Füllöffnung (15', 15'') für das Flüssigmetall vorhanden ist. 50 55
14. Montageverfahren für eine Strombegrenzungsvor-

richtung mit Flüssigmetall nach Anspruch 2, umfassend

- ein zylindrisches, druckfestes Metallgehäuse (24),
 - zwei Elektroden (17', 17'') aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis,
 - mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden (17', 17'') hintereinander liegende Verdichterräume (40), die durch isolierende, mindestens einen Verbindungskanal (38) enthaltende Zwischenwände (32) seitlich begrenzt werden,
 - wobei die beiden äußeren Verdichterräume jeweils durch eine Zwischenwand (32) und einen isolierenden Formdeckel (20', 20'') seitlich begrenzt werden,
 - wobei mehrere zylindrische Trennkörper (34, 34') vorhanden sind, in die jeweils eine Zwischenwand (32) eingebracht ist, und
 - die Trennkörper (34, 34') zusammen mit den Formdeckeln (20', 20'') einen zylindrischen Stapel (30) derart bilden, dass zwischen der Oberfläche des Stapels (30) und der Innenwand des Gehäuses (24) ein Zwischenraum (50) vorhanden ist, und
 - der Stapel (30) seitlich durch zwei Endabschlüsse (10', 10'') begrenzt wird, wobei,
 - eine erste Öffnung (25) des Metallgehäuses (24) mit einem ersten Deckel (10') als ersten Endabschluss einschließlich der in den ersten Deckel eingelegten ersten Elektrode (17') verschlossen wird,
 - der Stapel (30) in das Metallgehäuse (24) eingeführt wird,
 - die zweite Öffnung (25'') des Metallgehäuses (24) mit einem zweiten Deckel (10'') als zweiten Endabschluss einschließlich der in den zweiten Deckel (10'') eingelegten zweiten Elektrode (17'') verschlossen wird,
 - durch mindestens eine Füllöffnung (12', 12'') der Zwischenraum (50) mit einer Füllmasse (52) gefüllt wird, und
 - die Füllmasse (52) veranlasst wird, sich zu verfestigen und
 - durch mindestens einen der Endabschlüsse einschließlich der eingelegten Elektroden (17', 17'') mittels einer Füllöffnung (15', 15'') die Verdichterräume mit Flüssigmetall gefüllt werden und die Füllöffnung (15', 15'') verschlossen wird.
15. Montageverfahren für eine Strombegrenzungsvorrichtung nach Anspruch 1 umfassend
- zwei Elektroden (17', 17'') aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis,

- mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den Elektroden (17', 17'') hintereinander liegende Verdichterräume (40), die durch isolierende, mindestens einen Verbindungskanal (38) enthaltende Zwischenwände (32) gebildet werden, 5
- wobei die beiden äußeren Verdichterräume jeweils durch eine Zwischenwand (32) und einen isolierenden Formdeckel (20', 20'') seitlich begrenzt werden, 10
- wobei mehrere zylindrische Trennkörper (34, 34') vorhanden sind, in die jeweils eine Zwischenwand (32) eingebracht ist, 15

wobei

- aus den mehreren zylindrischen Trennkörpern (34, 34') mit eingelegten Zwischenwänden (32) sowie den Formdeckeln (20', 20'') ein Stapel (30) gebildet wird, 20
- dem Stapel (30) beidseitig als Deckel (10', 10'') ausgebildete Endabschlüsse mit Füllöffnungen (15', 15'') für Flüssigmetall einschließlich der in die Deckel (10', 10'') eingelegten Elektroden (17', 17'') hinzugefügt werden, 25
- die mit den vorgenannten Schritten gebildete Anordnung untereinander in Zylinderachsrichtung mechanisch unter Spannung gesetzt wird, so dass die Trennkörper (34) untereinander dicht und formschlüssig aufeinander liegen, 30
- der Stapel (30) mit einem aus Fasermaterial und Aushärtmasse bestehenden Kompositkörper umgeben wird, 35
- die Aushärtmasse veranlasst wird, sich zu verfestigen, wodurch ein druckdichtes Gehäuse entsteht, 40
- durch mindestens eine der Füllöffnungen (15', 15'') die Verdichterräume (40) mit Flüssigmetall gefüllt werden, und
- die Füllöffnung (15', 15'') verschlossen wird. 45

16. Montageverfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Aufbringen der Deckel (10', 10'') in die Strombegrenzungsvorrichtung (100) mit einer Langzeitsicherung verbunden ist. 50

Claims

1. Current-limiting device with liquid metal, comprising

- a cylindrical, pressure-tight housing (24),
- two electrodes (17', 17'') of solid metal for connection to a circuit which is to be protected, 55
- a plurality of compressor spaces (40) which can be filled with liquid metal, lie one behind the other between the electrodes (17', 17'') and are

laterally defined by insulating partition walls (32) which contain at least one connecting duct (38), - wherein the two outer compressor spaces are in each case laterally defined by a partition wall (32) and an insulating moulded cover (20', 20''),

characterised in that a single separating member is provided in the cylinder form (42), into which member the partition walls (32) are introduced, end closures (10', 10'') are provided as a lateral boundary of the cylinder form (42), including the electrodes (17', 17''), which are placed in the end closures, with sealable filling openings (15' 15'') for liquid metal and the cylinder form (42) is surrounded by a housing (24') which is formed from fibres and curable compound.

2. Current-limiting device with liquid metal, comprising

- a cylindrical, pressure-tight housing (24),
- two electrodes (17', 17'') of solid metal for connection to a circuit which is to be protected,
- a plurality of compressor spaces (40) which can be filled with liquid metal, lie one behind the other between the electrodes (17', 17'') and are laterally defined by insulating partition walls (32) which contain at least one connecting duct (38),
- wherein the two outer compressor spaces are in each case laterally defined by a partition wall (32) and an insulating moulded cover (20', 20''),
- wherein a plurality of cylindrical separating members (34, 34') lying directly against one another are provided, into each of which a respective partition wall (32) is introduced,

characterised in that the separating members (34, 34') together with the moulded covers (20', 20'') form a stack (30) which is fitted in a cylindrical metal housing (24), that the formed stack (30) is formed in relation to the housing (24) such that an interspace (50) is provided between the cylindrical surface of the stack (30) and the inner wall of the housing (24), and that, after the stack (30) has been assembled in the housing, the interspace (50) is filled with a permanent solidified filling compound (52) and end closures (10', 10'') are provided as a lateral boundary of the stack (30), including the electrodes (17', 17''), which are placed in the end closures, with sealable filling openings (15' 15'') for liquid metal.

3. Current-limiting device according to the preceding claim, **characterised in that** the filling compound (52) which is used is a low-viscosity compound which is permanently solidified after being poured into the device (100).

4. Current-limiting device according to the preceding claim, **characterised in that** the filling compound

(52) is a curable casting or moulding compound.

5. Current-limiting device according to claim 2, **characterised in that** the plurality of cylindrical separating members are annular moulded members (34, 34'). 5
6. Current-limiting device according to the preceding claim, **characterised in that** the annular moulded members (34, 34') are formed with separating faces (37) which give rise to tight interlocking of adjacent annular moulded members (34, 34'). 10
7. Current-limiting device according to the preceding claim, **characterised in that** the separating faces (37) are provided with a tooth system (35, 35'). 15
8. Current-limiting device according to any one of claims 5 to 7, **characterised in that** spacer lugs (36) are formed on the annular moulded members (34), so that the adjoining interspace (50) is formed between the faces of the annular moulded members (34, 34') which are directed towards the inner wall of the housing and the inner wall of the housing (24). 20
9. Current-limiting device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the partition walls (32) are mounted in the cylinder form or in the stack of separating members (34, 34') such that a permanently associated orientation of the connecting ducts (38) relative to one another in the partition walls (32) is obtained. 25
10. Current-limiting device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the electrodes (17', 17'') are surrounded by a moulded cover (20', 20'') of insulating material. 30
11. Current-limiting device according to the preceding claim, **characterised in that** the device (100) is sealed on both sides via the end closures (10', 10''). 35
12. Current-limiting device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a respective conductive material layer (19'), which is resistant to the liquid metal, is applied to the face of the electrodes (17', 17'') which can be wetted by the liquid metal. 40
13. Current-limiting device according to any one of claims 10 to 12, **characterised in that** the end closures (10', 10'') comprise a bore through which a respective connecting conductor of the electrodes (17', 17'') reaches, and that a sealable filling opening (15', 15'') for the liquid metal is provided in at least one connecting conductor. 45
14. Method for assembling a current-limiting device with 50

liquid metal according to claim 2, comprising

- a cylindrical, pressure-tight metal housing (24),
- two electrodes (17', 17'') of solid metal for connection to a circuit which is to be protected,
- a plurality of compressor spaces (40) which can be filled with liquid metal, lie one behind the other between the electrodes (17', 17'') and are laterally defined by insulating partition walls (32) which contain at least one connecting duct (38),
- wherein the two outer compressor spaces are in each case laterally defined by a partition wall (32) and an insulating moulded cover (20', 20''),
- wherein a plurality of cylindrical separating members (34, 34') are provided, into which a respective partition wall (32) is introduced, and
- the separating members (34, 34') together with the moulded covers (20', 20'') form a cylindrical stack (30) such that an interspace (50) is provided between the surface of the stack (30) and the inner wall of the housing (24), and
- the stack (30) is laterally defined by two end closures (10', 10''),

wherein

- a first opening (25) of the metal housing (24) is sealed by a first cover (10') as the first end closure, including the first electrode (17') which is placed in the first cover,
- the stack (30) is introduced into the metal housing (24),
- the second opening (25'') of the metal housing (24) is sealed by a second cover (10'') as the second end closure, including the second electrode (17'') which is placed in the second cover (10''),
- the interspace (50) is filled with a filling compound (52) through at least one filling opening (12', 12''), and
- the filling compound (52) is caused to solidify and
- the compressor spaces are filled with liquid metal through at least one of the end closures, including the inserted electrodes (17', 17''), by means of a filling opening (15', 15'') and the filling opening (15', 15'') is sealed.

15. Method for assembling a current-limiting device according to claim 1, comprising

- two electrodes (17', 17'') of solid metal for connection to a circuit which is to be protected,
- a plurality of compressor spaces (40) which can be filled with liquid metal, lie one behind the other between the electrodes (17', 17'') and are formed by insulating partition walls (32) which contain at least one connecting duct (38),

- wherein the two outer compressor spaces are in each case laterally defined by a partition wall (32) and an insulating moulded cover (20', 20''),
 - wherein a plurality of cylindrical separating members (34, 34') are provided, into each of which a respective partition wall (32) is introduced,

wherein

- a stack (30) is formed from the plurality of cylindrical separating members (34, 34') with inserted partition walls (32) as well as the moulded covers (20', 20''),
 - end closures, which are formed as covers (10', 10''), with filling openings (15', 15'') for liquid metal, including the electrodes (17', 17'') placed in the covers (10', 10''), are added to the stack (30) on both sides,
 - the arrangement which is formed by the above-mentioned steps is subjected to reciprocal mechanical stress in the axial direction of the cylinder, so that the separating members (34) lie tightly on one another in interlocking fashion,
 - the stack (30) is surrounded by a composite member consisting of fibrous material and curable compound,
 - the curable compound is caused to solidify, whereby a pressure-tight housing is produced,
 - the compressor spaces (40) are filled with liquid metal through at least one of the filling openings (15', 15''), and
 - the filling opening (15', 15'') is sealed.

16. Assembly method according to either of claims 14 and 15, **characterised in that** the introduction of the covers (10', 10'') into the current-limiting device (100) is linked to long-term protection.

Revendications

1. Dispositif limiteur de courant contenant un métal liquide, comprenant:

un boîtier cylindrique, résistant à la pression (24) ;
 deux électrodes (17', 17'') en métal dur, destinées à être raccordées à un circuit de courant devant être protégé ;
 plusieurs chambres de compression (40) pouvant être remplies de métal liquide, agencées les unes derrière les autres entre les électrodes (17', 17''), délimités latéralement par des parois intermédiaires (32) isolantes, contenant au moins un canal de raccordement (38);
 les deux chambres de compression externes étant respectivement délimitées latéralement

par une paroi intermédiaire (32) et un couvercle moulé isolant (20', 20'');
caractérisé par un seul corps de séparation de forme cylindrique (42), dans lequel sont formées les parois intermédiaires (32) ;

des terminaisons (10', 10'') servant de limitation latérale de la forme cylindrique (42), y compris les électrodes (17', 17'') insérées dans les terminaisons, comportant des ouvertures de remplissage à fermeture (15', 15'') pour le métal liquide ; et
 la forme cylindrique (42) étant entourée par un boîtier (24') composé de fibres et d'un matériau à durcissement.

2. Dispositif limiteur de courant contenant un métal liquide, comprenant :

un boîtier cylindrique résistant à la pression (24);
 deux électrodes (17', 17'') en métal dur destinées à être raccordées à un circuit électrique devant être protégé ;
 plusieurs chambres de compression (40) pouvant être remplies de métal liquide, agencées les unes derrière les autres entre les électrodes (17', 17''), délimités latéralement par des parois intermédiaires (32) isolantes, contenant au moins un canal de raccordement (38);
 les deux chambres de compression externes étant respectivement délimitées latéralement par une paroi intermédiaire (32) et un couvercle moulé isolant (20', 20'') ;
 et comportant plusieurs corps de séparation cylindriques immédiatement adjacents (34, 34'), dans lesquels est incorporée respectivement une paroi intermédiaire (32) ;

caractérisé en ce que les corps de séparation (34, 34') forment ensemble avec les couvercles moulés (20', 20'') une pile (30) insérée dans un boîtier métallique cylindrique (24), la pile formée (30) étant configurée par rapport au boîtier (24) de sorte qu'un espace (50) est établi entre la surface cylindrique de la pile (30) et la paroi interne du boîtier (24), l'espace intermédiaire (50) étant rempli après le montage de la pile (30) dans le boîtier par une masse de remplissage (52) solidifiée de manière permanente ; et
en ce qu'il comporte des terminaisons (10', 10'') servant de délimitation latérale de la pile (30), y compris les électrodes (17', 17'') insérées dans les terminaisons, comportant des ouvertures de remplissage à fermeture (15', 15'') pour le métal liquide.

3. Dispositif limiteur de courant selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la masse de remplissage (52) est constituée par un matériau à viscosité réduite, solidifiée de manière permanente

après le remplissage dans le dispositif (100).

4. Dispositif limiteur de courant selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la masse de remplissage (52) est constituée par une masse cou- 5 lée ou moulée durcissable.
5. Dispositif limiteur de courant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les plusieurs corps de sé- 10 paration cylindriques sont des corps moulés annulaires (34, 34').
6. Dispositif limiteur de courant selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les corps mou- 15 lés annulaires (34, 34') comportent des surfaces de séparation (37), entraînant un engagement positif étroit des corps moulés annulaires adjacents (34, 34').
7. Dispositif limiteur de courant selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les surfaces de 20 séparation (37) comportent une denture (35, 35').
8. Dispositif limiteur de courant selon l'une des reven- 25 dications 5 à 7, **caractérisé en ce que** les corps moulés annulaires (34) comportent des nez d'espacement (36), de sorte à former l'espace intermédiaire adjacent (50) entre les surfaces des corps moulés annulaires (34, 34') dressées contre la paroi interne du boîtier et la paroi interne du boîtier (24). 30
9. Dispositif limiteur de courant selon l'une des reven- 35 dications précédentes, **caractérisé en ce que** les parois intermédiaires (32) sont agencées dans la forme cylindrique ou dans la pile des corps de séparation (34, 34') de sorte à établir une orientation à affectation fixe entre les canaux de raccordement (38) dans les parois intermédiaires (32).
10. Dispositif limiteur de courant selon l'une des reven- 40 dications précédentes, **caractérisé en ce que** les électrodes (17', 17'') sont entourées par un couvercle moulé (20', 20'') en matériau isolant.
11. Dispositif limiteur de courant selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la fermeture du 45 dispositif (100) est assurée des deux côtés par les terminaisons (10', 10'').
12. Dispositif limiteur de courant selon l'une des reven- 50 dications précédentes, **caractérisé en ce que** sur la surface des électrodes (17', 17'') pouvant être mouillée par le métal liquide, une couche de matériau conducteur (19') résistant au métal liquide est appliquée respectivement. 55
13. Dispositif limiteur de courant selon l'une des reven- dications 10 à 12, **caractérisé en ce que** les termi-

naisons (10', 10'') comportent un alésage, que tra-
verse respectivement un conducteur de raccorde-
ment des électrodes (17', 17''), au moins un conduc-
teur de raccordement comportant une ouverture de
remplissage à fermeture (15', 15'') pour le métal li-
quide.

14. Procédé de montage d'un dispositif limiteur de cou-
rant contenant un métal liquide selon la revendica-
tion 2, comprenant :

un boîtier métallique cylindrique résistant à la
pression (24) ;
deux électrodes (17', 17'') en métal dur, destinées
à être raccordées à un circuit de courant devant
être protégé ;
plusieurs chambres de compression (40) pou-
vant être remplies de métal liquide, agencées
les unes derrière les autres entre les électrodes
(17', 17''), délimitées latéralement par des parois
intermédiaires (32) isolantes, contenant au
moins un canal de raccordement (38) ;
les deux chambres de compression externes
étant respectivement délimitées latéralement
par une paroi intermédiaire (32) et un couvercle
moulé isolant (20', 20'') ;
comportant plusieurs corps de séparation cylin-
driques (34, 34'), dans lesquels est incorporée
respectivement une paroi intermédiaire (32) ; et
les corps de séparation (34, 34') formant ensem-
ble avec les couvercles moulés (20', 20'') une
pile cylindrique (30), de sorte qu'un espace in-
termédiaire (50) est établi entre la surface de la
pile (30) et la paroi interne du boîtier (24) ; et
la pile (30) étant délimitée latéralement par deux
terminaisons (10', 10'') ;
une première ouverture (25) du boîtier métalli-
que (24) étant fermée par un premier couvercle
(10') formant la première terminaison, y compris
la première électrode (17') insérée dans le pre-
mier couvercle ;
la pile (30) étant insérée dans le boîtier métalli-
que (24) ;
la deuxième ouverture (25'') du boîtier métalli-
que (24) étant fermée par un deuxième couver-
cle (10''), formant la deuxième terminaison, y
compris la deuxième électrode (17'') insérée
dans le deuxième couvercle (10'') ;
l'espace intermédiaire (50) étant rempli d'une
masse de remplissage (52) à travers au moins
une ouverture de remplissage (12', 12'') ; et
la masse de remplissage (52) étant amenée à
se solidifier ; et
les chambres de compression étant remplies de
métal liquide par l'intermédiaire d'au moins une
des terminaisons, y compris les électrodes in-
sérées (17', 17'') à travers une ouverture de rem-
plissage (15', 15'') et l'ouverture de remplissage

(15', 15") étant fermée.

15. Procédé de montage d'un dispositif limiteur de courant selon la revendication 1, comprenant :

deux électrodes (17', 17") en métal dur destinées à être raccordées à un circuit de courant devant être protégé ;
 plusieurs chambres de compression (40) pouvant être remplies de métal liquide, agencées les unes derrière les autres entre les électrodes (17', 17"), formées par des parois intermédiaires isolantes (32) contenant au moins un canal de raccordement (38) ;
 les deux chambres de compression externes étant respectivement délimitées latéralement par une paroi intermédiaire (32) et un couvercle moulé isolant (20', 20") ;
 et comportant plusieurs corps de séparation cylindriques (34, 34'), dans lesquels est incorporée respectivement une paroi intermédiaire (32) ;
 une pile (30) étant formée par les plusieurs corps de séparation cylindriques (34, 34') comportant les parois intermédiaires (32) qui y sont incorporées, et les couvercles moulés (20', 20") ;
 des terminaisons comportant des ouvertures de remplissage (15', 15") pour le métal liquide, y compris les électrodes (17', 17") insérées dans les couvercles (10', 10") étant ajoutées des deux côtés à la pile (30) ;
 le dispositif formé par les étapes ci-dessus étant mis sous tension de manière mécanique dans la direction de l'axe du cylindre, de sorte que les corps de séparation (34) sont superposés de manière étroite par engagement positif ;
 la pile (30) étant entourée par un corps composite composé de matériau fibreux et d'une masse durcissable ;
 la masse durcissable étant solidifiée, formant ainsi un boîtier résistant à la pression ;
 les chambres de compression (40) étant remplies de métal liquide à travers au moins une des ouvertures de remplissage (15', 15") ; et
 l'ouverture de remplissage (15', 15") étant fermée.

16. Procédé de montage selon les revendications 14 ou 15, **caractérisé en ce que** l'application des couvercles (10', 10") dans le dispositif limiteur de courant (100) est associée à une fixation de longue durée.

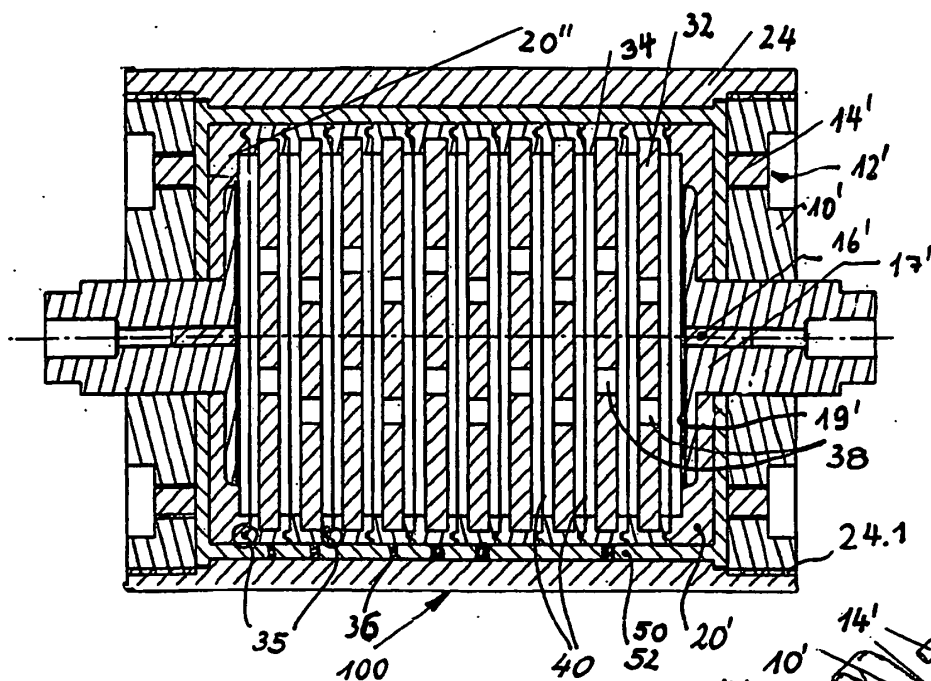


FIG. 1.

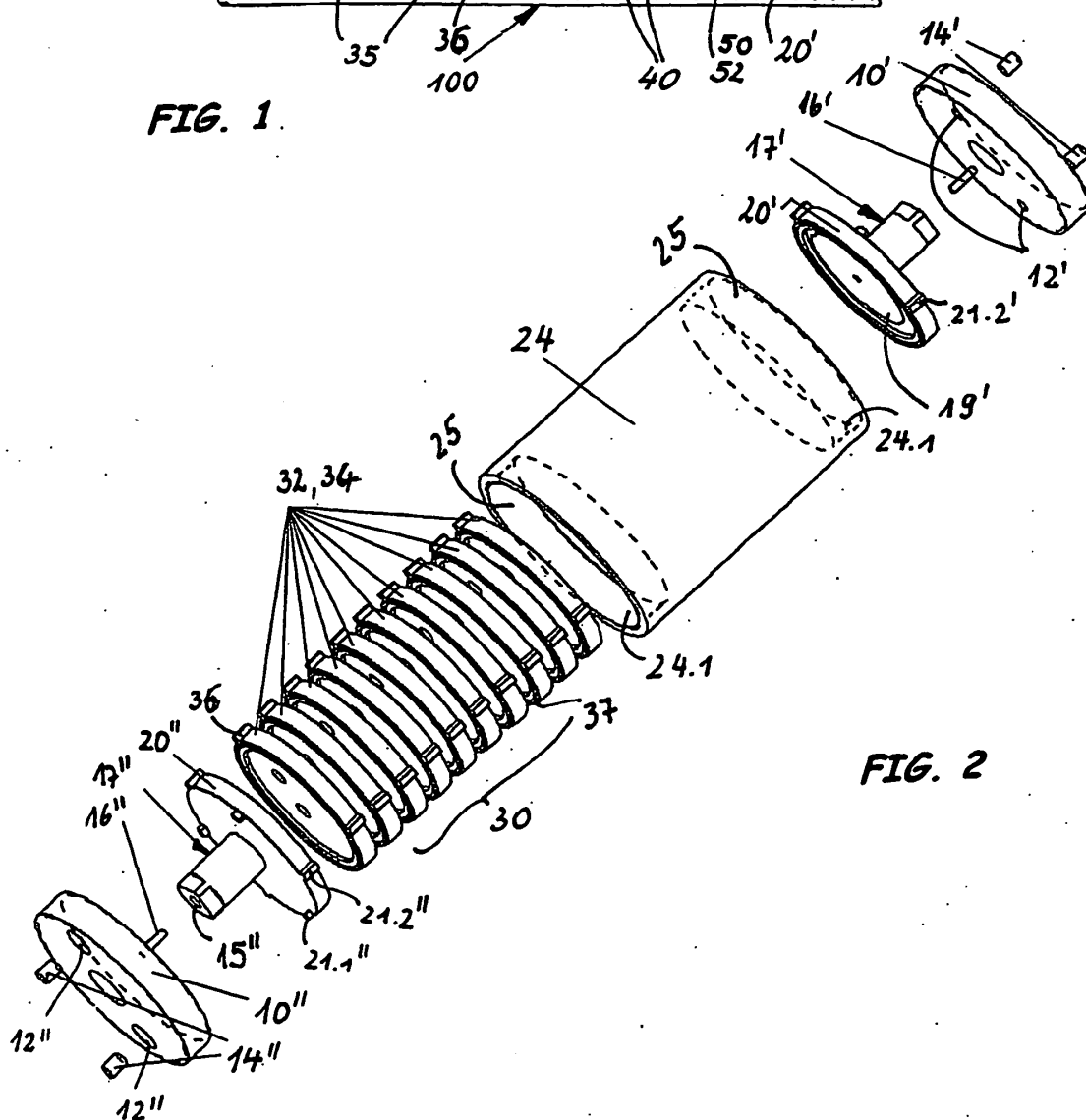


FIG. 2

