

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 026 720 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.07.2006 Patentblatt 2006/27

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

(21) Anmeldenummer: **00101319.2**

(22) Anmeldetag: **22.01.2000**

(54) **Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

Self restoring current limiting device with liquid metal

Dispositif limiteur de courant avec métal liquide à auto-régénération

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **01.02.1999 DE 19903940**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.08.2000 Patentblatt 2000/32

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

(72) Erfinder:
• **Kremers, Wolfgang**
53229 Bonn (DE)

• **Berger, Frank**
53913 Swistal-Miel (DE)
• **Krätzschmar, Andreas**
53129 Bonn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 652 506 DE-A- 4 012 385
DE-B- 1 024 595 DE-C- 383 037
DE-C- 842 811 FR-A- 2 025 319
US-A- 3 474 339

• **DATABASE WPI Section EI, Week 198309,**
Derwent Publications Ltd., London, GB; Class
X13, AN 1983-D0960K, XP002133570 & SU 922911
A (KUIBYSHEV POLY) 23 April 1982

EP 1 026 720 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 eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder des Anspruchs 7.

[0002] Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine solche Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die Elektroden aus Festmetall enthält, die durch als druckfestes Isoliergehäuse ausgebildete 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 aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit Flüssigmetall ausgefüllte, außermittig angeordnete 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 Strombegrenzungseinrichtung erneut betriebsbereit ist. In der Druckschrift DE 40 12 385 A1 wird eine Strombegrenzungseinrichtung mit nur einem Verdichterraum beschrieben und als Medium über dem Flüssigkeitsspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. Es ist nach Druckschrift DE 26 52 506 A1 bekannt, bei Kontakteinrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere GaInSn-Legierungen zu verwenden.

[0003] Aus der US-PS 3 474 339 ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die Elektroden aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall teilweise aufgefüllte Verdichterräume, die nach oben offen und zwischen Isolierungen ringförmig ausgebildet sind, enthält. Über dem Flüssigmetall lagert eine nichtleitende Flüssigkeit, die unvermischbar sowie unverbindbar mit dem Flüssigmetall ist. Im Strombegrenzungsfall und bei gleichzeitiger Druckentlastung der nichtleitenden Flüssigkeit wird das Flüssigmetall infolge elektrodynamischer Kräfte aus den Verdichterräumen verdrängt.

[0004] Bei Strombegrenzungseinrichtungen mit mehreren Verdichterräumen wird infolge der hintereinander liegenden Verbindungskanäle beim Auftreten eines Kurzschlusses durch die Anzahl der strombegrenzenden Teillichtbögen ein entsprechend hoher Spannungsabfall aufgebaut, der schließlich zur Unterbrechung des Kurzschlußstromes führt. Die bekannten Strombegrenzungseinrichtungen weisen allerdings einen zu hohen Strombegrenzungsfaktor, das heißt ein zu hohes Verhältnis zwischen Durchlaßstrom und zu begrenzendem Kurzschlußstrom, auf.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Strombegrenzungsverhalten einer Strombegrenzungseinrichtung, insbesondere hinsichtlich ihres Strombegrenzungsfaktors und ihrer Ansprechzeit, zu verbessern.

[0006] Ausgehend von einer Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

[0007] Durch die vorgeschlagenen Mittel werden gegenüber den bekannten Strombegrenzungseinrichtungen allein unter der Einwirkung eines Kurzschlußstromes die Lichtbogenzündung und damit der Beginn der Strombegrenzung sowohl zeitlich als auch in Abhängigkeit von der Höhe des Kurzschlußstromes vorverlegt.

[0008] Nach der ersten Lösung saugt sich das poröse Material der Zwischenwände infolge der Kapillarwirkung mit der nichtleitenden Flüssigkeit voll, die somit direkt an den Wänden der Verbindungskanäle zur Verfügung steht. Durch einen äußeren Kurzschlußstrom wird der Bereich jedes Verbindungskanals durch die Stromengestelle sehr stark erwärmt, und es kommt zur Verdampfung der nichtleitenden Flüssigkeit, die durch die Poren in diesen Bereich gelangt ist. Dabei bilden sich im Verbindungskanal Dampfblasen, welche zur Einengung des leitfähigen Querschnitts führen. Dieser Prozeß entwickelt sich lawinenartig, da der verengte Querschnitt zu einer noch stärkeren Erwärmung führt, bis schließlich das Flüssigmetall selbst verdampft und ein elektrischer Lichtbogen gezündet wird. Hierzu muß der Siedepunkt der nichtleitenden Flüssigkeit deutlich über der Erwärmungstemperatur im Nennbetrieb, aber auch deutlich unter der Siedetemperatur des Flüssigmetalls liegen. Weiterhin darf sich die nichtleitende Flüssigkeit nicht mit dem Flüssigmetall vermischen oder chemisch verbinden. Bei der Wahl des Flüssigmetalls, der nichtleitenden Flüssigkeit und des porösen Materials ist zu beachten, daß die Kapillarwirkung auf die nichtleitende Flüssigkeit wesentlich größer als die Kapillarwirkung auf das Flüssigmetall ist.

[0009] Es ist von Vorteil, eine nichtleitende Flüssigkeit zu verwenden, die das Flüssigmetall zusätzlich vor nachteiligen chemischen und physikalischen Veränderungen, insbesondere vor Oxidation, schützt. Vorteilhaft ist die nichtleitende Flüssigkeit ein Öl, insbesondere ein organisches Öl mit einer Siedetemperatur von 250 bis 350 °C. Andererseits ist als nichtleitende Flüssigkeit mit Vorteil auch ein Alkohol oder ein Gemisch von Alkoholen, deionisiertes Wasser oder ein Gemisch aus deionisiertem Wasser und wenigstens einem Alkohol zu verwenden.

[0010] Nach der zweiten Lösung "saugt" sich das poröse Material der Zwischenwände mit dem inerten Schutzgas, das somit direkt an den Wänden der Verbindungskanäle zur Verfügung steht. Durch einen äußeren Kurzschlußstrom wird der Bereich jedes Verbindungskanals durch die Stromengestelle sehr stark erwärmt, und

es kommt zum Austritt des Schutzgases, das durch die Poren in diesen Bereich gelangt ist. Dabei bilden sich im Verbindungskanal Gasblasen, welche zur Einengung des leitfähigen Querschnitts führen. Dieser Prozeß entwickelt sich lawinenartig, da der verengte Querschnitt zu einer noch stärkeren Erwärmung führt, bis schließlich das Flüssigmetall selbst verdampft und ein elektrischer Lichtbogen gezündet wird.

[0011] Es ist von Vorteil, ein Schutzgas, zu verwenden, welches das Flüssigmetall zusätzlich vor nachteiligen chemischen und physikalischen Veränderungen, insbesondere vor Oxydation, schützt. Vorteilhaft besteht das Schutzgas aus Stickstoff oder aus einem Edelgas bzw. Edelgasgemisch oder aus einem Gemisch aus Stickstoff und wenigstens einem Edelgas.

[0012] Die Zwischenwände lassen sich vorteilhaft aus einer offenporigen Schaumkeramik oder aus offenporigem, porösem Glimmer herstellen.

[0013] Mit Vorteil ist als Flüssigmetall eine Gallium-Legierung zu verwenden. Insbesondere GaInSn-Legierungen sind einfach zu handhaben durch ihre physiologische Unbedenklichkeit. Eine Legierung aus 660 Gewichtsanteilen Gallium, 205 Gewichtsanteilen Indium und 135 Gewichtsanteilen Zinn ist bei Normaldruck von 10°C bis 2000°C flüssig und besitzt eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit.

[0014] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

Figur 1: im Längsschnitt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung;

Figur 2: im Längsschnitt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung.

[0015] Die Strombegrenzungseinrichtung 10 nach Fig. 1 enthält zu beiden Seiten je eine Elektrode 1 aus Festmetall, vorzugsweise Kupfer, die rotationssymmetrisch ausgebildet ist und in einen äußeren Anschlußleiter 2 übergeht. Zwischen den Elektroden 1 befinden sich mehrere Verdichterräume 4, die durch eine entsprechende Anzahl von ringförmigen Dichtscheiben 11 sowie von isolierenden Zwischenwänden 12 gebildet werden. Durch ein Formgehäuse 5 werden die Elektroden 1, die Dichtscheiben 11 und die Zwischenwände 12 gehalten, wobei bekannte Mittel zum Abdichten der Verdichterräume 4 und zum kraftschlüssigen Verbinden der im Formgehäuse 5 gelagerten Elemente 1, 11 und 12 vorgesehen, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind. Die Mittel zum Abdichten können beispielsweise Dichtringe zwischen den Dichtscheiben 11 und den Zwischenwänden 12 bzw. Elektroden 1 sein. Die Mittel zum kraftschlüssigen Verbinden sind beispielsweise durchgehende Spannschrauben entlang der beiden Linien 3. Die beiden äußeren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch eine der Elektroden 1 sowie durch eine

Zwischenwand 12 begrenzt. Die inneren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch zwei Zwischenwände 12 begrenzt. Das im allgemeinen mehrteilige Formgehäuse 5 und die Dichtscheiben 11 sind druckfeste erste bzw. zweite Isolierkörper. Alle Verdichterräume 4 sind teilweise mit einem Flüssigmetall 7 ausgefüllt, beispielsweise einer GaInSn-Legierung. Die Zwischenwände 12 sind unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 9 mit Verbindungskanälen 8 versehen. Die Verbindungskanäle 8 sind ebenfalls mit Flüssigmetall 7 gefüllt, so daß zwischen den Elektroden 1 eine durchgehende elektrisch leitende Verbindung besteht. Die Verbindungskanäle 8 benachbarter Zwischenwände 12 können vorteilhaft jeweils um einen bestimmten Winkelbetrag versetzt sein, um im Strombegrenzungsfall einen durchgehenden Lichtbogen zu verhindern. Über dem Flüssigmetall 7 befindet sich eine ausreichend dicke Schicht einer nichtleitenden Flüssigkeit 6, die sich mit dem Flüssigmetall 7 weder vermischen noch chemisch verbinden kann, beispielsweise ein organisches Öl mit einer Siedetemperatur von etwa 300 °C. Oberhalb der Flüssigkeit 6 besteht in den Verdichterräumen 4 Vakuum. Die Zwischenwänden 12 bestehen aus einem offenporigen, porösen Material, beispielsweise aus Schaumkeramik. Durch die Kapillarwirkung der Poren auf die nichtleitende Flüssigkeit 6 wird diese von den Zwischenwänden 12 teilweise aufgesaugt, so daß sie auch in den unmittelbaren Bereich der Verbindungskanäle 8 gelangt. Im Kurzschlußfall verdampft ein Teil der den Verbindungskanälen 7 nahen nichtleitenden Flüssigkeit 6, wodurch in sehr kurzer Zeit eine zunehmende Verengung der Strompfade und eine weitere Erhitzung des Flüssigmetalls 7 in den Verbindungskanälen 8 stattfindet, was schließlich zum raschen Zünden eines strombegrenzenden Lichtbogens führt.

[0016] Die Strombegrenzungseinrichtung 20 nach Fig. 2 unterscheidet sich von der vorstehend beschriebenen dadurch, daß sich über dem Flüssigkeitsspiegel 9 ein inertes Schutzgas 16, beispielsweise Argon, befindet. Das Schutzgas 16 ist über die Poren der Zwischenwände 12 bis in den unmittelbaren Bereich der Verbindungskanäle 8 gelangt. Im Kurzschlußfall dehnt sich durch die entstehende Wärme das den Verbindungskanälen 8 nahen Schutzgases 16 aus, wodurch infolge des in die Verbindungskanäle 8 eintretenden Teil des Schutzgases 16 in sehr kurzer Zeit eine zunehmende Verengung der Strompfade und eine weitere Erhitzung des Flüssigmetalls 7 in den Verbindungskanälen 8 stattfindet, was schließlich zum raschen Zünden eines strombegrenzenden Lichtbogens führt.

Patentansprüche

1. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthaltend Elektroden (1) aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall (7) teilweise aufgefüllte, zwischen den Elektroden (1) hin-

- tereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5; 11) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (12) mit Verbindungskanälen (8) gebildet werden, wobei über dem Flüssigmetall (7) eine nichtleitende Flüssigkeit (6) lagert, die unvermischbar sowie unverbindbar mit dem Flüssigmetall (7) ist, deren Siedetemperatur deutlich unterhalb der Siedetemperatur des Flüssigmetalls (7) sowie deutlich oberhalb der Erwärmungstemperatur bei Nennbedingungen liegt **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenwände (12) aus einem offenporigen, porösen Material bestehen und die nicht leitende Flüssigkeit (6) unter dem Einfluß von Kapillarkräften in den Zwischenwänden (12) bis an die Verbindungskanäle (8) grenzt.
2. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nichtleitende Flüssigkeit (6) ein Öl ist.
 3. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nichtleitende Flüssigkeit (6) ein organisches Öl mit einer Siedetemperatur von 250 bis 350 °C ist.
 4. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nichtleitende Flüssigkeit (6) ein Alkohol oder ein Gemisch von Alkoholen ist.
 5. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nichtleitende Flüssigkeit (6) deionisiertes Wasser ist.
 6. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die nichtleitende Flüssigkeit (6) ein Gemisch aus deionisiertem Wasser und wenigstens einem Alkohol ist.
 7. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthaltend Elektroden (1) aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall (7) teilweise aufgefüllte, zwischen den Elektroden (1) hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5; 11) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (12) mit Verbindungskanälen (8) gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenwände (12) aus einem offenporigen, porösen Material bestehen und daß über dem Flüssigmetall (7) ein inertes Schutzgas (16) lagert, das über die Poren der Zwischenwände (12) bis an die Verbindungskanäle (8) grenzt.
 8. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schutzgas (16)

Stickstoff ist.

9. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schutzgas (16) ein Edelgas oder ein Gemisch von Edelgasen ist.
10. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Schutzgas (16) ein Gemisch aus Stickstoff und wenigstens einem Edelgas ist.
11. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenwände (12) aus einer Schaumkeramik bestehen.
12. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zwischenwände (12) aus Glimmer bestehen.
13. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Flüssigmetall (7) eine GaInSn-Legierung ist.

Claims

1. A self-restoring current limiting device with liquid metal, containing electrodes (1) of solid metal for connection to a circuit to be protected and a plurality of compressor chambers (4) partially filled with liquid metal (7) and arranged in succession between the electrodes (1), which compressor chambers (4) are formed by pressure-resistant insulators (5; 11) and, held thereby, insulating partitions (12) with connecting channels (8), wherein a non-conductive liquid (6) is located above the liquid metal (7), which non-conductive liquid (6) is immiscible and non-combinable with the liquid metal (7) and the boiling temperature of which is distinctly below the boiling temperature of the liquid metal (7) and distinctly above the heating temperature under nominal conditions, **characterised in that** the partitions (12) consist of an open-pored, porous material and, under the influence of capillary forces in the partitions (12), the non-conductive liquid (6) borders onto the connecting channels (8).
2. A self-restoring current limiting device according to claim 1, **characterised in that** the non-conductive liquid (6) is an oil.
3. A self-restoring current limiting device according to claim 2, **characterised in that** the non-conductive liquid (6) is an organic oil with a boiling temperature of 250 to 350°C.

4. A self-restoring current limiting device according to claim 1, **characterised in that** the non-conductive liquid (6) is an alcohol or a mixture of alcohols.
5. A self-restoring current limiting device according to claim 1, **characterised in that** the non-conductive liquid (6) is deionised water.
6. A self-restoring current limiting device according to claim 1, **characterised in that** the non-conductive liquid (6) is a mixture of deionised water and at least one alcohol.
7. A self-restoring current limiting device with liquid metal, containing electrodes (1) of solid metal for connection to a circuit to be protected and a plurality of compressor chambers (4) partially filled with liquid metal (7) and arranged in succession between the electrodes (1), which compressor chambers (4) are formed by pressure-resistant insulators (5; 11) and, held thereby, insulating partitions (12) with connecting channels (8), **characterised in that** the partitions (12) consist of an open-pored, porous material and **in that** an inert protective gas (16) is located above the liquid metal (7), which inert protective gas (16) borders over the pores of the partitions (12) onto the connecting channels (8).
8. A current limiting device according to claim 7, **characterised in that** the protective gas (16) is nitrogen.
9. A current limiting device according to claim 7, **characterised in that** the protective gas (16) is a noble gas or a mixture of noble gases.
10. A current limiting device according to claim 7, **characterised in that** the protective gas (16) is a mixture of nitrogen and at least one noble gas.
11. A current limiting device according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the partitions (12) consist of a foam ceramic.
12. A current limiting device according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the partitions (12) consist of mica.
13. A current limiting device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the liquid metal (7) is a GaInSn alloy.

Revendications

1. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant à métal liquide, contenant des électrodes (1) en métal solide en vue de la connexion à un circuit électrique devant être protégé et plusieurs chambres de com-

pression (4), situées les unes derrière les autres entre les électrodes (1), remplies partiellement de métal fluide (7), qui sont formées par des corps isolants (5; 11) résistants à la pression et par des parois intermédiaires isolantes (12), maintenues par les corps isolants, avec des canaux de jonction (8), où un liquide non-conducteur repose sur le métal liquide (7), lequel liquide est immiscible et non combinable au liquide fluide (7), dont la température d'ébullition se situe nettement en dessous de la température d'ébullition du métal liquide (7) ainsi que nettement au-dessus de la température d'échauffement dans les conditions nominales, **caractérisé en ce que** les parois intermédiaires (12) se composent d'un matériau poreux à pores ouverts et **en ce que** le liquide non-conducteur (6) arrive, sous l'influence des forces capillaires dans les parois intermédiaires (12), aux canaux de liaison (8).

2. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le liquide non-conducteur (6) est une huile.
3. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le liquide non-conducteur (6) est une huile organique ayant une température d'ébullition allant de 250 à 350°C.
4. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le liquide non-conducteur (6) est un alcool ou un mélange d'alcools.
5. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le liquide non-conducteur (6) est de l'eau déionisée.
6. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le liquide non-conducteur (6) est un mélange d'eau déionisée et d'au moins un alcool.
7. Dispositif de limitation de courant auto-régénérant à métal liquide, contenant des électrodes (1) en métal solide en vue de la connexion à un circuit électrique devant être protégé et plusieurs chambres de compression (4), situées les unes derrière les autres entre les électrodes (1), remplies partiellement de métal fluide (7), qui sont formés par des corps isolants (5; 11) résistants à la pression et par des parois intermédiaires isolantes (12), maintenues par les corps isolants, avec des canaux de jonction (8), **caractérisé en ce que** les parois intermédiaires (12) se composent d'un matériau poreux à pores ouverts et **en ce qu'un** gaz de protection inerte (16) repose sur le métal liquide (7) qui arrive, par l'intermédiaire des pores des parois intermédiaires (12), aux canaux de

liaison (8).

8. Dispositif de limitation de courant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le gaz de protection (16) est l'azote. 5
9. Dispositif de limitation de courant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le gaz de protection (16) est un gaz noble ou un mélange de gaz nobles. 10
10. Dispositif de limitation de courant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le gaz de protection (16) est un mélange d'azote et d'au moins un gaz noble. 15
11. Dispositif de limitation de courant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les parois intermédiaires (12) se composent d'une mousse de céramique. 20
12. Dispositif de limitation de courant selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les parois intermédiaires (12) se composent de mica. 25
13. Dispositif de limitation de courant selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le métal liquide (7) est un alliage GaInSn. 30

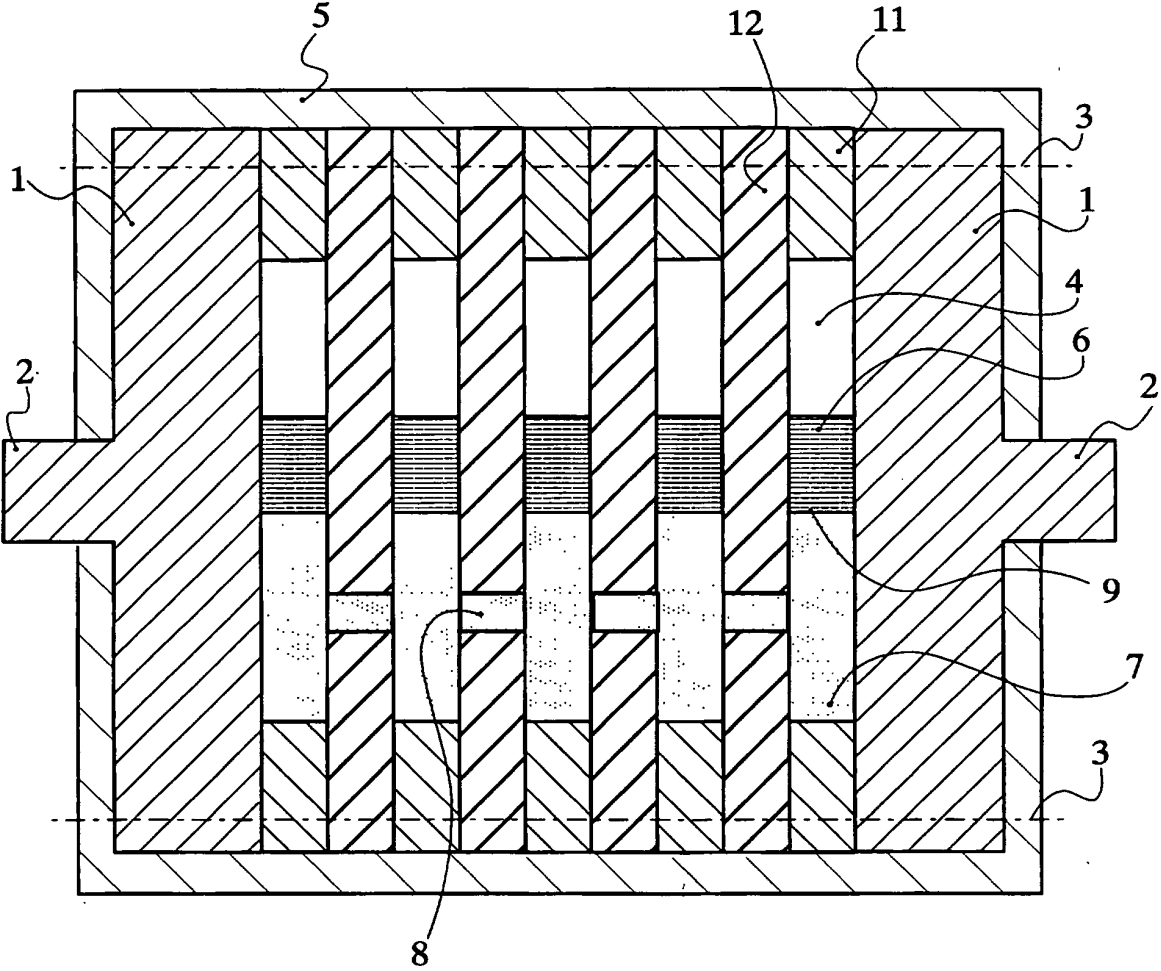
35

40

45

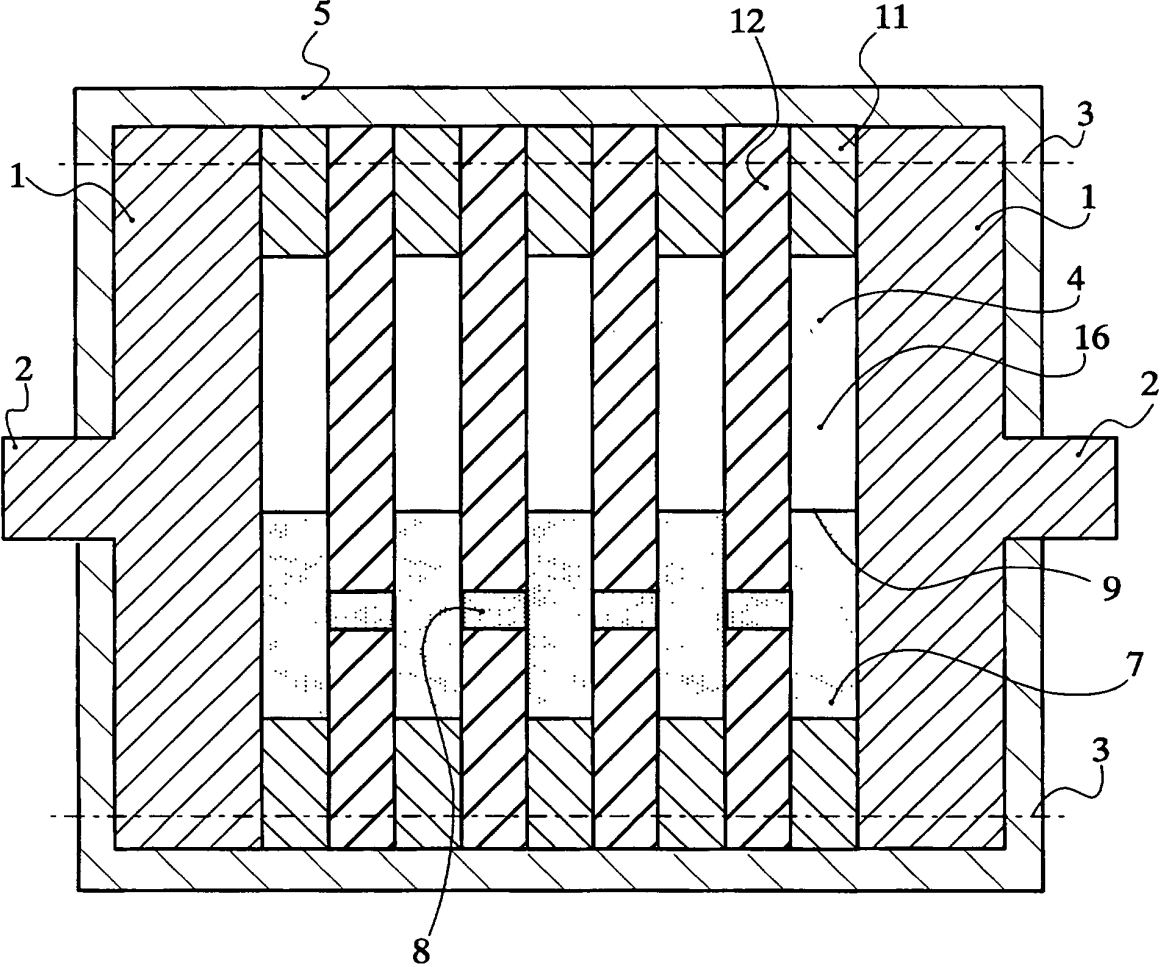
50

55



10

Fig.1



20

Fig.2