

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 047 094 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
12.04.2006 Patentblatt 2006/15

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

(21) Anmeldenummer: **00108135.5**

(22) Anmeldetag: **13.04.2000**

(54) **Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

Self-recovering current-limiting device with liquid metal

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(30) Priorität: **23.04.1999 DE 19918453**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.10.2000 Patentblatt 2000/43

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

(72) Erfinder:
• **Kremers, Wolfgang**
53229 Bonn (DE)
• **Krätzschmar, Andreas**
53129 Bonn (DE)
• **Berger, Frank**
53913 Swistal-Miel (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C- 756 740 **GB-A- 190 096**
GB-A- 391 436 **SU-A- 922 911**
US-A- 3 873 791 **US-A- 4 429 295**

EP 1 047 094 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.

[0002] Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die zwei 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. Zur Verbesserung der Begrenzungseigenschaften sind nach Druckschrift SU 1 076 981 A die Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände gegeneinander versetzt angeordnet. 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 als Flüssigmetall Gallium-Legierungen, insbesondere GalSn-Legierungen zu verwenden.

[0003] In der US-PS 4 429 295 ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung beschrieben, die hohlzylindrische Elektroden aus Festmetall, zwei vollständig mit Flüssigmetall gefüllte Verdichterräume und eine diese trennende Zwischenwand mit Verbindungskanälen enthält. Die Elektroden bilden mit einem jeweils innen liegenden Kolben aus Isolierstoff eine Zylinder-Kolben-Einrichtung zur Aufnahme des Verdampfungsdruckes im Strombegrenzungsfall entgegen eines Rückstellmittels in Form eines Inertgases oder eines Federmittels. In der GB-PS 1 209 020 ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung beschrieben, bei der eine feststehende und eine bewegliche Elektrode über einen mit Flüssigmetall vollständig gefüllten Vorratsraum und einen Verbindungskanal leitend verbunden sind. Im Strombegrenzungsfall wird die bewegliche Elektrode durch den Druck verdampfenden Flüssigmetalls entgegen einem gasförmigen Rückstellmittel verschoben, wobei ein mit der beweglichen Elektrode verbundener und nach außen reichender Stößel mit einem Betätiger für ein Anzeigemitte

oder einen Leistungsschalter verbunden werden kann. Nach Beendigung des Strombegrenzungsvorganges kehrt durch das kondensierende Flüssigmetall die bewegliche Elektrode mit dem Stößel in die Ausgangslage zurück. Für bestimmte Anwendungen ist es wünschenswert, dass der Strombegrenzungsvorgang noch schneller abläuft.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Arbeitsverhalten einer gattungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung zu verbessern.

[0005] Ausgehend von einer Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruchs gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

[0006] Der bei Eintritt des Strombegrenzungsfallendes entstehende hohe Innendruck in der Strombegrenzungseinrichtung verschiebt mit hoher Geschwindigkeit den Kolben der Zylinder-Kolben-Einrichtung gegen die Kraftwirkung des Rückstellmittels in Richtung der benachbarten Elektrode. Die damit verbundene Vergrößerung des Volumens des zugehörigen Verdichterraumes führt zu einer ebenso schnellen Absenkung des Flüssigkeitsspiegels, in erster Linie in diesem Verdichterraum. Es wurde herausgefunden, dass dabei der Strombegrenzungsvorgang im Sinne einer Beschleunigung dynamisiert wird. Diese schnelle Absenkung des Flüssigkeitsspiegels erfolgt im allgemeinen so weit, dass wenigstens bei einer der Zwischenwände alle Verbindungskanäle aus dem Flüssigmetall auftauchen, was zu einer erheblichen Verlängerung eines entstehenden Lichtbogens und damit zu einer stärkeren Strombegrenzung oder gar zur vollständigen Unterbrechung des Stromes führt. Der durch die benachbarte Elektrode reichenden Stößel am Kolben vorzusehen dient zum einen der besseren Führung des Kolbens und ist zum anderen mit Rastmitteln in der Art verbunden sein, dass nach Auftreten eines Strombegrenzungsfallendes der Kolben nicht mehr von selbst durch das Rückstellmittel in seine Ausgangslage gebracht wird, sondern erst nach Beseitigung der Störursache bewusst zurückgesetzt werden muss.

[0007] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass durch Absenkung des Flüssigkeitsspiegels unterhalb der Verbindungskanäle einer oder mehrerer Zwischenwände die Strombegrenzungseinrichtung bis zur bewusst vorgenommenen Rückstellung ausgeschaltet bleibt.

[0008] Die Rastmittel können auch mehrere Raststellungen aufweisen, denen in Verbindung mit einer Einstellskala und vorzugsweise mit einem Zeiger mehrere Ausgangsstellungen des Stößels und damit des Kolbens zugeordnet sind. Es wurde gefunden, dass sich die Größe des Ansprechstromes bei im übrigen gleichen Bedingungen mit abnehmender Füllstandshöhe des Flüssigmetalls über den Verbindungskanälen verringert. Damit kann ein und dieselbe Strombegrenzungseinrichtung durch Setzen des Stößels anwenderseitig auf einen er-

forderlichen Nennstromfaktor aus einer Mehrzahl von möglichen Nennstromfaktoren eingestellt werden kann. Bei dem mit dem Nennstromfaktor multiplizierten Nennstrom, für den die zu schützende Anlage ausgelegt ist, soll die Strombegrenzungseinrichtung ansprechen. Die äußerste Raststellung kann sogar zum bewussten Ausschalten der Strombegrenzungseinrichtung verwendet werden. Sind mehrere Strombegrenzungseinrichtungen zu einer mehrpoligen Einrichtung zusammengeführt, dann empfiehlt sich die Verbindung der Stößel aller Pole, beispielsweise über eine Brücke.

[0009] Die wechselnde Anordnung der Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände verbessert einerseits durch Längung entstehender Lichtbögen das Strombegrenzungsverhalten und erleichtert andererseits die strombegrenzende oder gar abschaltende Absenkung des Flüssigkeitsspiegels unter wenigstens einen Teil der Verbindungskanäle. Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung und damit weiteren Beschleunigung des Strombegrenzungsvorgangs besteht in der Ausnutzung elektrodynamischer Kräfte eines hohen Stromes, wenn dieser entweder vollständig durch das Rückstellmittel oder wenigstens zu einem erheblichen Teil durch das Rückstellmittel und dazu parallel wenigstens durch einen anderen, vorzugsweise flexiblen Leiter, geführt wird. Insbesondere eignet sich hierfür eine Schraubenfeder als elastisches Rückstellmittel.

[0010] Ist Vakuum oder ein Schutzgas mit gegenüber der Atmosphäre niedrigem Druck als Medium sowohl in den Verdichterräumen über dem Flüssigmetall als auch in dem Raum zwischen Kolben und benachbarter Elektrode vorgesehen, dann sind in der Regel keine Maßnahmen zum Druckausgleich infolge der Kolbenbewegung erforderlich.

[0011] GalnSn-Legierungen als zu verwendendes Flüssigmetall 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.

[0012] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispiel. Es zeigen

[0013] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

Fig. 1a, 1b: ein beispiel einer nicht erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung im Längsschnitt;

Fig. 2a, 2b: eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung im Längsschnitt.

[0014] Die selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung 1 nach Fig. 1a enthält zwei Elektroden 3 und 4

aus Kupfer, die in äußere Anschlussleiter 5 übergehen. Zwischen den Elektroden 3 und 4 sind mehrere mit Flüssigmetall 6 teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume 7 und 8 angeordnet. Die Verdichterräume 7, 8 sind untereinander durch isolierende Zwischenwände 9 getrennt. Die Zwischenwände 9 weisen gegeneinander versetzte Verbindungskanäle 10 auf. Die Elektroden 3, 4 sowie die Zwischenwände 9 werden durch druckfeste Isolierkörper in Form von Dichtscheiben 11 und in Form eines Formgehäuses 12 aus zwei Halbschalen gehalten. Der der rechtsseitigen Elektrode 4 benachbarte Verdichterraum 8 wird durch eine diesen Verdichterraum 8 abdichtende Zylinder-Kolben-Einrichtung gebildet, die aus einem isolierenden Zylinder 15 und einem darin dicht geführten Kolben 16 aus Kupfer besteht. Der Kolben 16 ist als offener Zylinder ausgebildet und liegt infolge der Kraftwirkung eines elastischen Rückstellmittels 17, das sich in Form einer Schraubenfeder an den gegenüberliegenden Innenflächen von Kolben 15 und Elektrode 4 abstützt, mit seinem Kragen 18 an der benachbarten Zwischenwand 9 an. Das Rückstellmittel 17 besteht aus leitendem Material und ist mit den Innenseiten des Kolbens 16 und der benachbarten Elektrode 4 sowohl mechanisch als auch elektrisch leitend verbunden. Nach Fig. 1a befindet sich der Flüssigkeitsspiegel 13 des Flüssigmetalls 6 in allen Verdichterräumen 7, 8 oberhalb der Verbindungskanäle 10. Somit besteht im Normalbetrieb der Strombegrenzungseinrichtung 1 eine durchgehende leitende Verbindung von der linksseitigen Elektrode 3 über das Flüssigmetall 6 in den Verdichterräumen 7 und 8 sowie in den Verbindungskanälen 10, über den Kolben 16 und über das Rückstellmittel 17 zur rechtsseitigen Elektrode 4.

[0015] Ein starker Anstieg des durch die Strombegrenzungseinrichtung 1 fließenden Stromes, in der Regel durch einen äußeren Kurzschluss, hat zwei Effekte zur Folge. Zum einen wird das Flüssigmetall 6 infolge der stark ansteigenden Stromdichte sehr schnell aus den Verbindungskanälen 10 verdrängt und zum Teil verdampft, was einen steilen Druckanstieg in den Verdichterräumen 7 und 8 zur Folge hat. Zum anderen bewirkt der starke Stromanstieg in dem schraubenförmigen Rückstellmittel 17, dass die dabei entstehenden elektrodynamischen Kräfte der Federkraft entgegenwirken und bestrebt sind, das Rückstellmittel 17 zusammenzuziehen. Beide Effekte bewirken, dass der Kolben 16 mit großer Geschwindigkeit zu der benachbarten Elektrode 4 hin getrieben wird, so dass es zu einer Vergrößerung des mit dem Kolben 16 verbundenen Verdichterraumes 8 kommt. Diese Vergrößerung wiederum bewirkt ein rasches Absinken des Flüssigkeitsspiegels 13, so dass dieser im Verlaufe der Kolbenbewegung unter das Niveau der Verbindungskanäle 10 einiger Zwischenwände 9 absinkt. Die beschriebenen Vorgänge beschleunigen erheblich den Strombegrenzungsvorgang, der bis zur vollständigen Stromunterbrechung führen kann. Nach Abschaltung des Stromes, was in der Regel durch einen in Reihe mit der Strombegrenzungseinrichtung 1 angeord-

neten Schutzschalter erfolgt, kehrt der Kolben 16 in seine Ausgangsstellung gemäß Fig. 1a zurück. Als Medium sowohl über dem Flüssigmetall 6 als auch in dem Raum zwischen Kolben 16 und benachbarter Elektrode 4 ist Vakuum vorgesehen, so dass keine Maßnahmen zum Druckausgleich erforderlich sind. Die für die Erfindung erheblichen Rastmittel werden mit Fig. 2a und 2b beschrieben.

[0016] In der selbsterholenden Strombegrenzungseinrichtung 2 nach Fig. 2a und 2b sind zum einen parallel zu der leitenden Verbindung durch das Rückstellmittel 17 zwischen dem Kolben 16 und der benachbarten Elektrode 4 flexible elektrische Leiter 19 angeordnet, so dass nur ein Teil des Gesamtstromes für die elektrodynamisch bewirkte Kompression des Rückstellmittels 17 zur Verfügung steht, die Kompression damit erst bei einem höheren Gesamtstrom zur Wirkung kommt. Zum anderen ist der Kolben 16 mit einem Stößel 20 versehen, der durch die benachbarte Elektrode 4 geführt nach außen reicht und dort mit Rastmitteln in Verbindung steht, welche im Beispiel aus mehreren am Stößel 20 seitlich angebrachten Rastkerben 21 und einem unter Federkraft stehenden Raststift 22 bestehen. Die Rastmittel sind im Sinne eines Gesperres ausgebildet, so dass der Kolben 16 während der Strombegrenzung sich zwar auf die benachbarte Elektrode 4 zu bewegt (Fig. 2b), jedoch nicht mehr selbsttätig zurück unter der alleinigen Wirkung des Rückstellmittels 17 in seine Ausgangslage (Fig. 2a) fahren kann. Dies kann erst durch bewusstes Lösen des Rastmittels unter Aufhebung der mit dem Raststift 22 verbundenen Federkraft erfolgen. Mit der in Fig. 2b gezeigten Raststellung des Stößels 20 wird demonstriert, dass nach einem Begrenzungsfall der Flüssigkeitsspiegel 13 des Flüssigmetalls 6 soweit unter das Niveau der Verbindungskanäle 10 gesunken ist, dass die Strombegrenzungseinrichtung 2 in dieser Position ausgeschaltet bleibt.

[0017] Der Stößel 16 weist eine Einstellskala 23 auf, die den einzelne Rastkerben 21 zugeordnet ist. Der Raststift 22 ist als Zeiger zum besseren Ablesen der gerade eingenommen Raststellung ausgebildet. Die Größe des Ansprechstromes, bei dem die Strombegrenzung einsetzt, ist abhängig von der Füllstandshöhe des Flüssigmetalls 6 über den Verbindungskanälen 10. Damit kann die Strombegrenzungseinrichtung 2 durch bewusstes Setzen des Stößels 20 anwenderseitig auf einen bestimmten Nennstromfaktor (im Beispiel "14") aus einer Mehrzahl von möglichen Nennstromfaktoren (im Beispiel "6" und "14") eingestellt werden kann. Zusätzlich kann die Strombegrenzungseinrichtung 2 bewusst ausgeschaltet werden (Raststellung "0" gemäß Fig. 1b).

[0018] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern umfasst auch alle im Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche gleichwirkenden Ausführungsformen. So lässt sich die Erfindung beispielsweise dahingehend weiterbilden, dass mehrere zum Schutz einer mehrpoligen Anlage baulich vereinigte baugleiche Strombegren-

zungseinrichtungen 2 zur gemeinsamen Verstellung mit ihren Stößeln 20 über eine verbindende Brücke gekoppelt sind.

Patentansprüche

1. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthaltend Elektroden (3; 4) aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall (6) teilweise aufgefüllte, zwischen den Elektroden hintereinander liegende Verdichterräume (7; 8), die durch druckfeste Isolierkörper (11; 12) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (9) mit Verbindungskanälen (10) gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens einer der den Elektroden (3; 4) benachbarten Verdichterräume (7; 8) durch eine diesen Verdichterraum (8) abdichtende Zylinder-Kolben-Einrichtung (15, 16) gebildet wird, deren Kolben (16) mit der benachbarten Elektrode (4) elektrisch leitend verbunden und in Richtung der benachbarten Elektrode (4) entgegen eines Rückstellmittels (17) verschiebbar ist, und dass der Kolben (16) einen nach außen durch die benachbarte Elektrode (4) reichenden Stößel (20) aufweist, der mit Rastmitteln (21, 22) in Verbindung steht, die eine selbsttätige Rückstellbewegung des Kolbens (16) verhindern.
2. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Raststellung vorgesehen ist, die einer Stellung des Kolbens (16) entspricht, bei welcher der Flüssigkeitsspiegel (13) des Flüssigmetalls (6) unterhalb aller Verbindungskanäle (10) von wenigstens einer Zwischenwand (9) bleibend abgesenkt ist.
3. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Raststellungen in Verbindung mit einer Einstellskala (23) für einzustellende Strombegrenzungscharakteristiken vorgesehen sind.
4. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach vorstehendem Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Einstellskala (23) ein Zeiger (22) zugeordnet ist.
5. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stößel (20) benachbarter oder integrierter baugleicher Strombegrenzungseinrichtungen (2) zusätzlicher Pole brückenartig verbunden sind.

6. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungskanäle (10) benachbarter Zwischenwände (9) derart angeordnet sind, dass das Flüssigmetall (6) wechselnde Füllstandshöhen bezüglich der Verbindungskanäle (10) aufweist.
7. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elastische Rückstellmittel (17) wenigstens zum Teil die elektrische Verbindung zwischen Kolben (16) und benachbarter Elektrode (4) übernimmt und bei Überschreiten eines vorbestimmten Wertes des durch das Rückstellmittel (17) fließenden Stromes durch die Einwirkung elektrodynamischer Kräfte unter Mitnahme des Kolbens (16) komprimiert wird.
8. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** beiderseits des Kolbens (16) Vakuum oder ein Schutzgas mit Unterdruck vorgesehen ist.
9. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flüssigmetall (6) eine GaInSn-Legierung ist.

Claims

1. Self-recovering current-limiting device with liquid metal, comprising electrodes (3; 4) of solid metal for connecting to a circuit to be protected and a plurality of compression chambers (7; 8), which are partially filled with liquid metal (6) and arranged in series between the electrodes, which compression chambers are formed by pressure-resistant insulating bodies (11; 12) and by insulating intermediate walls (9), which are held by the latter and have connecting channels (10), **characterized in that** at least one of the compression chambers (7; 8) adjacent to the electrodes (3; 4) is formed by a cylinder-piston device (15, 16) sealing this compression chamber (8), the piston (16) of which is connected in an electrically conducting manner to the adjacent electrode (4) and can be displaced in the direction of the adjacent electrode (4) against a restoring means (17), and **in that** the piston (16) has a push rod (20), which reaches through the adjacent electrode (4) to the outside and is in connection with latching means (21, 22), which prevent a spontaneous restoring movement of the piston (16).
2. Self-recovering current-limiting device according to

the preceding claim, **characterized in that** at least one latching position is provided, corresponding to a position of the piston (16) in which the liquid level (13) of the liquid metal (6) remains lowered below all the connecting channels (10) of at least one intermediate wall (9).

3. Self-recovering current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a plurality of latching positions are provided in conjunction with a setting scale (23) for current-limiting characteristics to be set.
4. Self-recovering current-limiting device according to the preceding claim, **characterized in that** the setting scale (23) is assigned a pointer (22).
5. Self-recovering current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the push rod (20) of adjacent or integrated identical current-limiting devices (2) of additional poles are connected in a bridge-like manner.
6. Self-recovering current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the connecting channels (10) of adjacent intermediate walls (9) are arranged in such a way that the liquid metal (6) has changing filling levels with respect to the connecting channels (10).
7. Self-recovering current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the elastic restoring means (17) undertakes at least part of the electrical connection between the piston (16) and the adjacent electrode (4) and, if a predetermined value of the current flowing through the restoring means (17) is exceeded, is compressed by the effect of electrodynamic forces, taking the piston (16) with it.
8. Self-recovering current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** a vacuum or a protective gas under negative pressure is provided on both sides of the piston (16).
9. Current-limiting device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the liquid metal (6) is a GaInSn alloy.

Revendications

1. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement et à métal liquide, qui contient des électrodes (3; 4) en métal solide qui sont destinées à être raccordées à un circuit électrique à protéger, ainsi que plusieurs chambres de compression (7; 8) partiellement remplies de métal liquide (6), disposées les unes derrière

les autres entre les électrodes et formées de corps isolants (11; 12) qui résistent à la pression et de parois intermédiaires isolantes (9) maintenues par ceux-ci et dotées de canaux de liaison (10), **caractérisé en ce que**

au moins l'une des chambres de compression (7; 8) voisines des électrodes (3; 4) est formée d'un ensemble cylindre-piston (15; 16) qui ferme de manière étanche cette chambre de compression (8) et dont le piston (16) est relié de manière électriquement conductrice à l'électrode (4) voisine et peut coulisser en direction de l'électrode (4) voisine en opposition à un moyen de rappel (17) et **en ce que** le piston (16) présente un poussoir (20) qui déborde vers l'extérieur à travers l'électrode (4) voisine et qui est relié à des moyens d'encliquetage (21, 22) qui empêchent le retour automatique du piston (16).

2. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**au moins une position d'encliquetage est prévue qui correspond à une position du piston (16) dans laquelle le niveau du liquide (13) du métal liquide (6) est maintenu en permanence sous le niveau de tous les canaux de liaison (10) d'au moins une paroi intermédiaire (9). 20
3. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs positions d'encliquetage sont prévues et sont associées à une échelle de réglage (23) des caractéristiques de limitation de courant qui doivent être réglées. 30
4. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**un pointeur (22) est associé à l'échelle de réglage (23). 35
5. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les poussoirs (20) de dispositifs limiteurs de courant (2) identiques voisins ou intégrés de pôles supplémentaires sont reliés en pont. 40
6. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les canaux de liaison (10) de parois intermédiaires voisines (9) sont disposés de telle sorte que le métal liquide (6) présente des niveaux de remplissage fluctuants par rapport aux canaux de liaison (10). 45
7. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le moyen de rappel élastique (17) assure au moins une partie de la connexion électrique entre le piston (16) et l'électrode (4) voisine et 50

est comprimé sous l'action de forces électrodynamiques en entraînant le piston (16) lorsqu'une valeur prédéfinie du courant électrique qui s'écoule dans le moyen de rappel (17) est dépassée.

8. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un vide ou un gaz protecteur en dépression sont prévus des deux côtés du piston (16). 5
9. Dispositif limiteur de courant à auto-rétablissement selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le métal liquide (6) est un alliage de GaInSn. 10



