

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 026 720 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2000 Patentblatt 2000/32

(51) Int. Cl.⁷: **H01H 87/00**

(21) Anmeldenummer: **00101319.2**

(22) Anmeldetag: **22.01.2000**

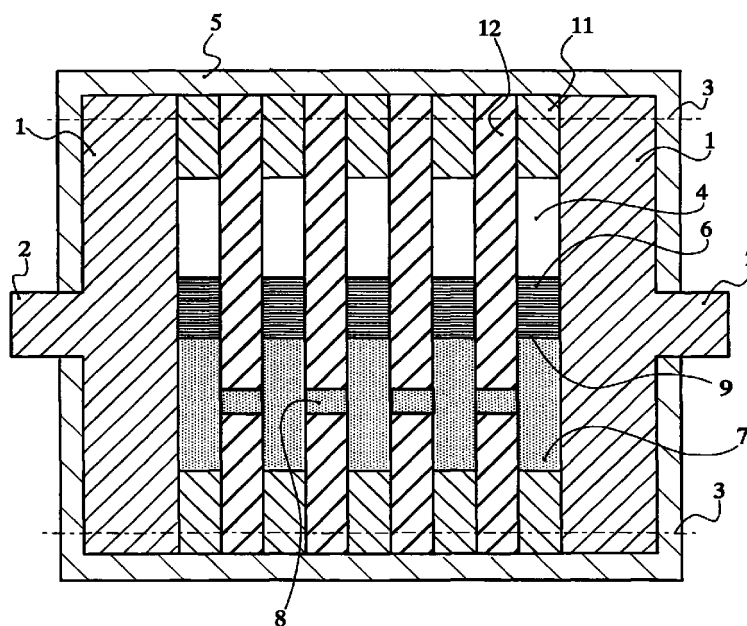
(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI
(30) Priorität: **01.02.1999 DE 19903940**
(71) Anmelder: **Moeller GmbH
53115 Bonn (DE)**

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

(54) **Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

(57) Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall. Sie enthält Elektroden (1) und mehrere mit Flüssigmetall (7) teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5; 11) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (12) mit Verbindungskanälen (8) gebildet werden. Die Zwischenwände (12) bestehen aus einem offenporigen,

porösen Material. Über dem Flüssigmetall (7) lagert entweder eine nichtleitende Flüssigkeit (6), die unvermischbar sowie unverbindbar mit dem Flüssigmetall (7) ist, oder ein inertes Schutzgas (16). Durch die Wirkung der Poren gelangt die nichtleitende Flüssigkeit (6) bzw. das Schutzgas (16) in den Zwischenwänden (12) bis in den Bereich der Verbindungskanäle (8).



10

Fig.1

EP 1 026 720 A1

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 Stromgestelle 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 Verdichträume 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 Verdichträume 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 Verdichträume 4 werden seitlich jeweils durch eine der Elektroden 1 sowie durch eine Zwischenwand 12 begrenzt. Die inneren Verdichträume 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 Verdichträume 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 Verdichträumen 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) 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) 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 und die 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.

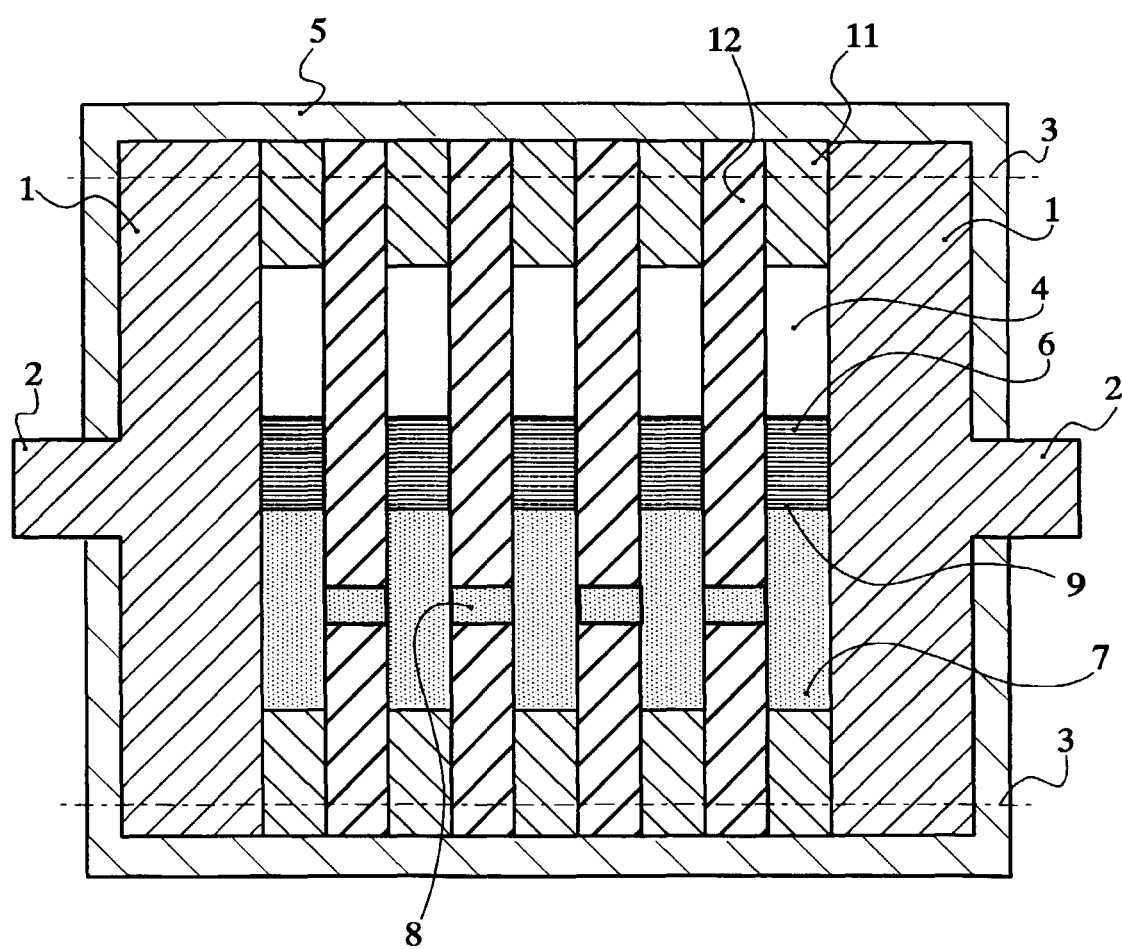
9. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schutzgas (16) ein Edelgas oder ein Gemisch von Edelgasen ist.

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.

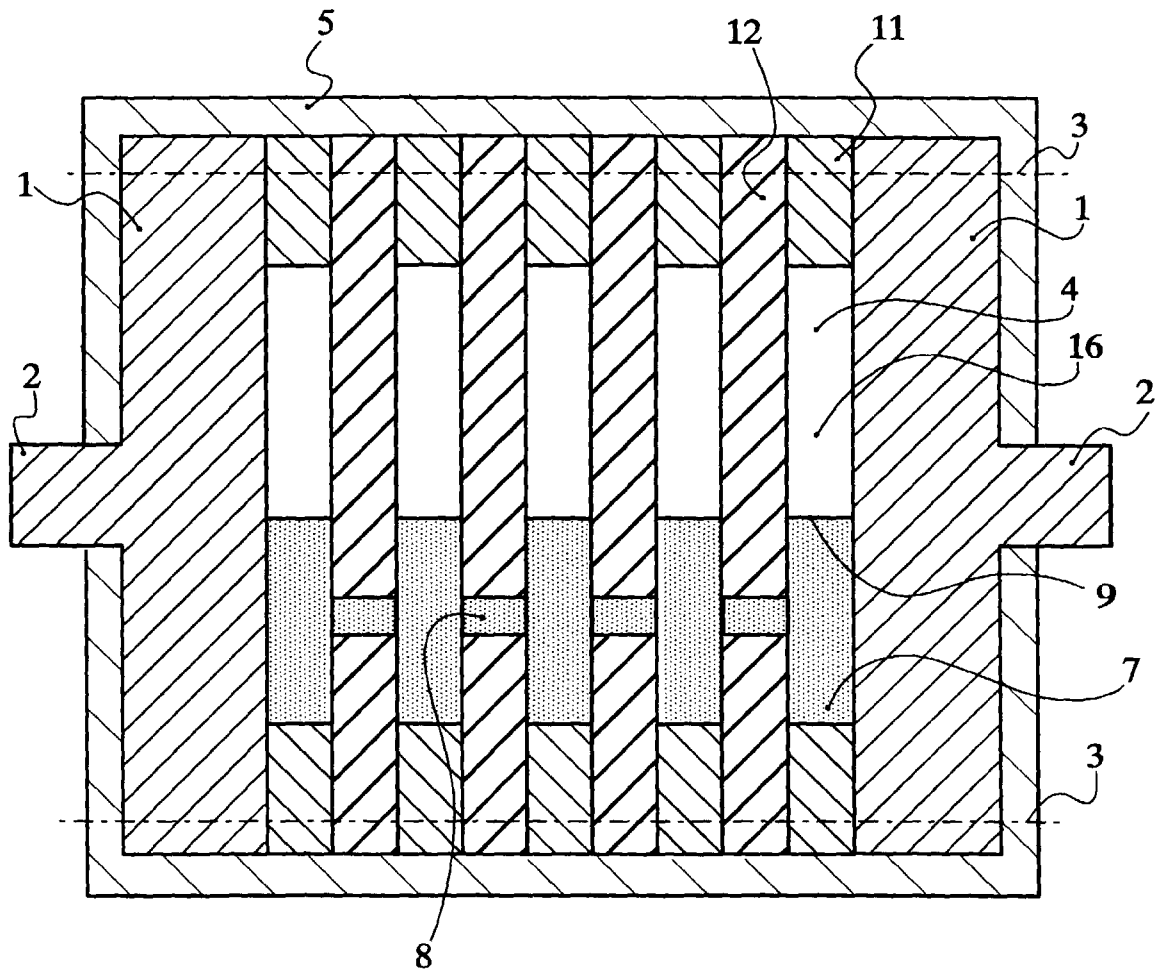
12. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zwischenwände (12) aus Glimmer bestehen.

13. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flüssigmetall (7) eine GalnSn-Legierung ist.



10

Fig.1



20

Fig.2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 10 1319

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X Y	DE 842 811 C (FRITZ KESSELRING GERÄTEBAU) * das ganze Dokument *	1,7 2-6,8-13	H01H87/00
Y,D	DE 40 12 385 A (KARL MARX STADT TECH HOCHSCHUL) 28. März 1991 (1991-03-28) * Spalte 1, Zeile 49 - Zeile 54 *	2-6,8-10	
Y	DE 383 037 C (MICHAEL VON HIRSCHBERG) * das ganze Dokument *	2-6	
Y,D	US 3 474 339 A (RIOUX CHRISTIAN PAUL GILBERT) 21. Oktober 1969 (1969-10-21) * Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 32 *	2-6	
Y	DE 10 24 595 B (FRITZ KESSELRING GERÄTEBAU) * Spalte 5, Zeile 34 - Zeile 41 * * Spalte 7, Zeile 4 - Zeile 8 *	8-12	
Y	FR 2 025 319 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 4. September 1970 (1970-09-04) * Seite 5, Zeile 37 - Seite 6, Zeile 9 *	8-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Y,D	DE 26 52 506 A (GEC ELLIOTT AUTOMATION LTD) 24. Mai 1978 (1978-05-24) * Anspruch 8 *	13	H01H
A,D	DATABASE WPI Section EI, Week 198309 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class X13, AN 1983-D0960K XP002133570 & SU 922 911 B (KUIBYSHEV POLY), 23. April 1982 (1982-04-23) * Zusammenfassung *	1,7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 20. März 2000	Prüfer Desmet, W
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 1319

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-03-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 842811 C		CH 273223 A GB 621001 A	
DE 4012385 A	28-03-1991	DD 282778 A	19-09-1990
DE 383037 C		KEINE	
US 3474339 A	21-10-1969	CH 469340 A DE 1615915 B FR 1503721 A GB 1206786 A	24-09-1970 09-02-1968 30-09-1970
DE 1024595 B		CH 308101 A	
FR 2025319 A	04-09-1970	KEINE	
DE 2652506 A	24-05-1978	KEINE	
SU 922911 B	23-04-1982	KEINE	

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82