

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 544 887 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2005 Patentblatt 2005/25

(51) Int Cl.7: H01H 87/00

(21) Anmeldenummer: 04025252.0

(22) Anmeldetag: 23.10.2004

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

- 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)

(30) Priorität: 20.12.2003 DE 10360103

(71) Anmelder: Moeller GmbH
53115 Bonn (DE)

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

(54) Vorrichtung und Montageverfahren einer selbsterholenden Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Montageverfahren einer Strombegrenzungsvorrichtung 100 mit Flüssigmetall, umfassend ein zylindrisches Gehäuse 24, Elektroden 17', 17'' aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere mit Flüssigmetall befüllbare, zwischen den

Elektroden hintereinander liegende Verdichterräume 40, die durch im Gehäuse 24 gehaltene Zwischenwände 32 gebildet werden. Hiemach sind die Zwischenwände 32 in mindestens einem Trennkörper 34 derart im Gehäuse eingebracht, dass ein zur Innenwand des Gehäuses 24 angrenzender Zwischenraum 50 gebildet ist, welcher mit einer dauerhaften Füllmasse 52 gefüllt ist.

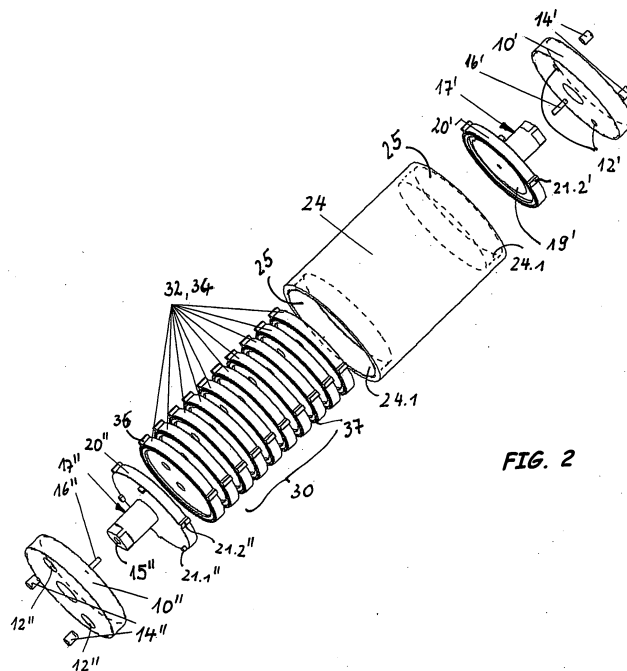
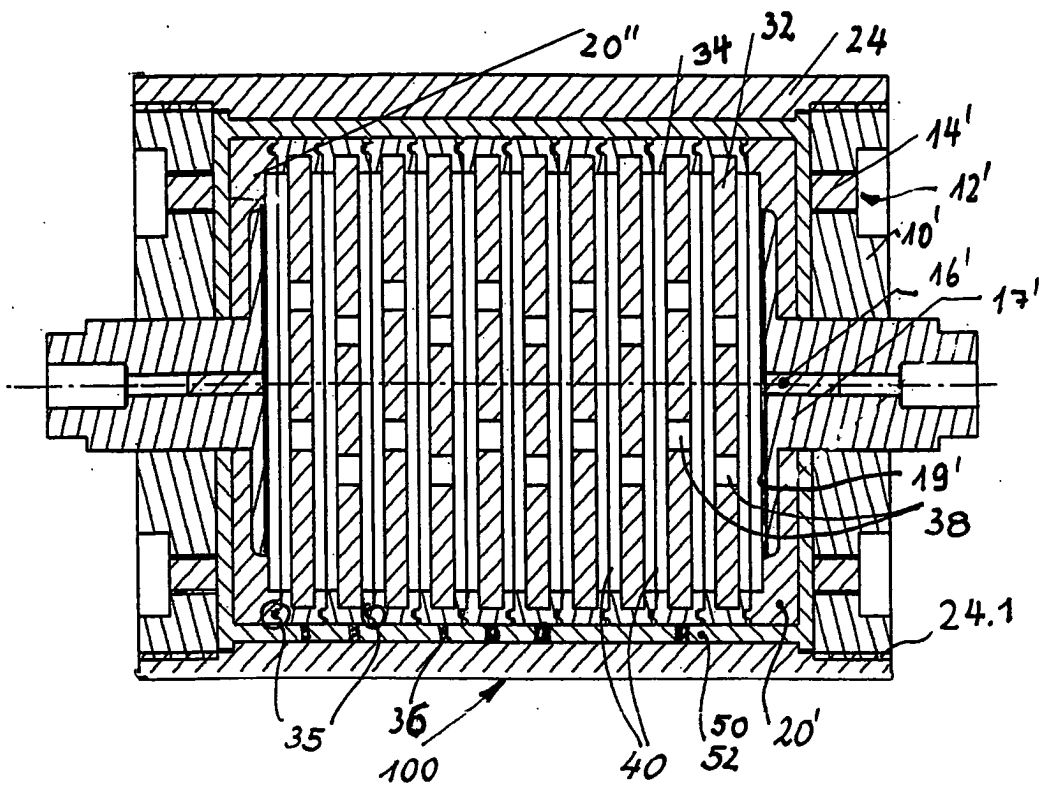


FIG. 2

EP 1 544 887 A1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Montageverfahren 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 aufgefüllte, 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 Isolierscheiben und Leiterscheiben gebildet, welcher durch axial (in Längsrichtung des zylindrischen Aufbaus) verlaufende Spannbolzen zusammengehalten wird.

[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 verändert 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 ge-

eignet, dies gilt insbesondere für die gattungsgemäße Anordnung aus SU 922 911 A.

[0011] Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung und zugehörige Montageverfahren anzugeben, die sich durch Verringerung der Zahl der zur Montage einzusetzenden Teile auszeichnen, und bei denen sich die Füll- und Verschließvorgänge einfach und dennoch sicher gestalten lassen.

[0012] Die Lösung der Aufgabe findet sich im Kennzeichen des Hauptanspruchs. Weiterführende Einzelheiten sind in den Unteransprüchen formuliert.

[0013] Der Kern der Erfindung stellt eine Strombegrenzungsvorrichtung dar, bei der 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 hermetisch verschlossen wird.

[0014] Zur Ausbildung der Zwischenwände können vorteilhaft Keramikscheiben auf der Basis von Bornitrid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid oder Aluminiumoxid eingesetzt werden.

[0015] 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.

[0016] Aufbau und Montagevorgang der Strombegrenzungsvorrichtung werden im Zusammenhang mit den beigegeführten Zeichnungen erläutert, welche im Einzelnen zeigen:

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

[0017] 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.

[0018] Das Gehäuse 24 kann als metallischer Zylinder oder als Wickelkörper aus Kompositmaterial ausgebildet sein. Die zugehörige Ausführungsform wird an anderer Stelle dargestellt.

[0019] 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.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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 beispielweise 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.

[0026] 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.

[0027] Wichtig ist somit, dass in der Vorrichtung die Lage der Verbindungskanäle zur Oberfläche des Flüssigmetalls eindeutig ist. Ob nun hierzu die vorgeschriebenen 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.

[0028] Die beiderseitigen Elektroden (einschließlich ihrer Formkörper 20', 20'') sollten bei der Stapelbildung vorzugsweise ebenso formschlüssig aufgebracht werden.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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.

[0032] 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.

[0033] 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 vorgebracht werden, dass eine dünne Scheibe aus demselben Material wie die Materialschicht - beispielsweise Molybdän - 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.

[0034] 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.

[0035] 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 Wickelelementen (beispielsweise Glasfasern) und Kunststoff- oder Kunstharzkörper aufgebracht.

[0036] 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 mechanischer 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.

[0037] 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). Dem Fachmann stehen diesbezügliche Informationen zur Verfügung und er kann auf eigene Kenntnisse zurückgreifen, um die Vorrichtung gemäß den gewünschten Betriebsanforderungen zu gestalten.

Bezugszeichen

[0038]

10' 10"	erster, zweiter Deckel
12' 12"	Bohrung (Füllöffnung)
14' 14"	Gewindestift

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

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, oder mehrere unmittelbar aneinanderliegende zylindrische Trennkörper (34, 34') vorhanden sind, in die jeweils eine Zwischenwand (32) eingebracht ist,
- wobei die aus dem einzigen Trennkörper und den Formdeckeln (20', 20") gebildete Zylinderform (42) von einem aus Fasern und Aushärtmasse gebildeten Gehäuse (24') umgeben ist,
- oder die mehreren Trennkörper (34, 34') zusammen mit den Formdeckeln (20', 20") einen

in ein zylindrisches Metallgehäuse (24) eingefügten Stapel (30) bilden, und

- **dass** Endabschlüsse (10', 10") als seitliche Begrenzung der Zylinderform (42) oder des Stapels (30) einschließlich der in die Endabschlüsse eingelegten Elektroden (17', 17") mit verschließbaren Füllöffnungen (15', 15") für Flüssigmetall versehen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

- **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 Füllmasse (52) gefüllt ist.

3. Vorrichtung 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. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Füllmasse (52) eine aushärtbare Gieß- oder Formmasse ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mehreren zylindrischen Trennkörper Ringformkörper (34, 34') sind.

6. Vorrichtung 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.

7. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trennflächen (37) mit einer Verzahnung (35, 35') versehen sind.

8. Vorrichtung 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.

9. Vorrichtung 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.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (17', 17'') mit einem Formdeckel (20', 20'') aus Isoliermaterial umgeben sind. 5
11. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verschluss der Vorrichtung (100) beidseitig über die Endabschlüsse (10', 10'') erfolgt. 10
12. Vorrichtung 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. 15 20
13. Vorrichtung nach 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. 25
14. Montageverfahren für eine Strombegrenzungsvorrichtung mit Flüssigmetall, umfassend 30
- ein zylindrisches, druckfestes Metallgehäuse (24),
 - zwei Elektroden (17', 17'') aus Festmetall zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis, 35
 - 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, 40
 - wobei die beiden äußeren Verdichterräume jeweils durch eine Zwischenwand (32) und einen isolierenden Formdeckel (20', 20'') seitlich begrenzt werden, 45
 - wobei mehrere zylindrische Trennkörper (34, 34') vorhanden sind, in die jeweils eine Zwischenwand (32) eingebracht ist, und 50
 - 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 55
 - 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 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,
 - 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,
- wobei
- aus den mehreren zylindrischen Trennkörpern (34, 34') mit eingelegten Zwischenwänden (32) sowie den Formdeckeln (20', 20'') ein Stapel (30) gebildet wird,
 - 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,
 - 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,

- der Stapel (30) mit einem aus Fasermaterial und Aushärtmasse bestehenden Kompositkörper umgeben wird, 5
- die Aushärtmasse veranlasst wird, sich zu verfestigen, wodurch ein druckdichtes Gehäuse entsteht, 10
- durch mindestens eine der Füllöffnungen (15', 15") die Verdichterräume (40) mit Flüssigmetall gefüllt werden, und
- die Füllöffnung (15', 15") verschlossen wird. 15

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. 20

25

30

35

40

45

50

55

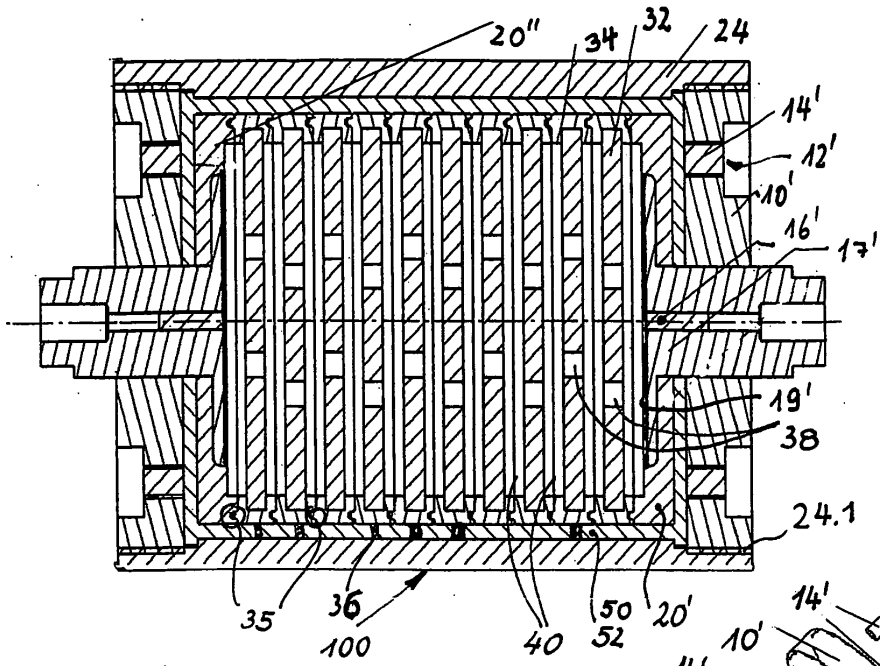


FIG. 1

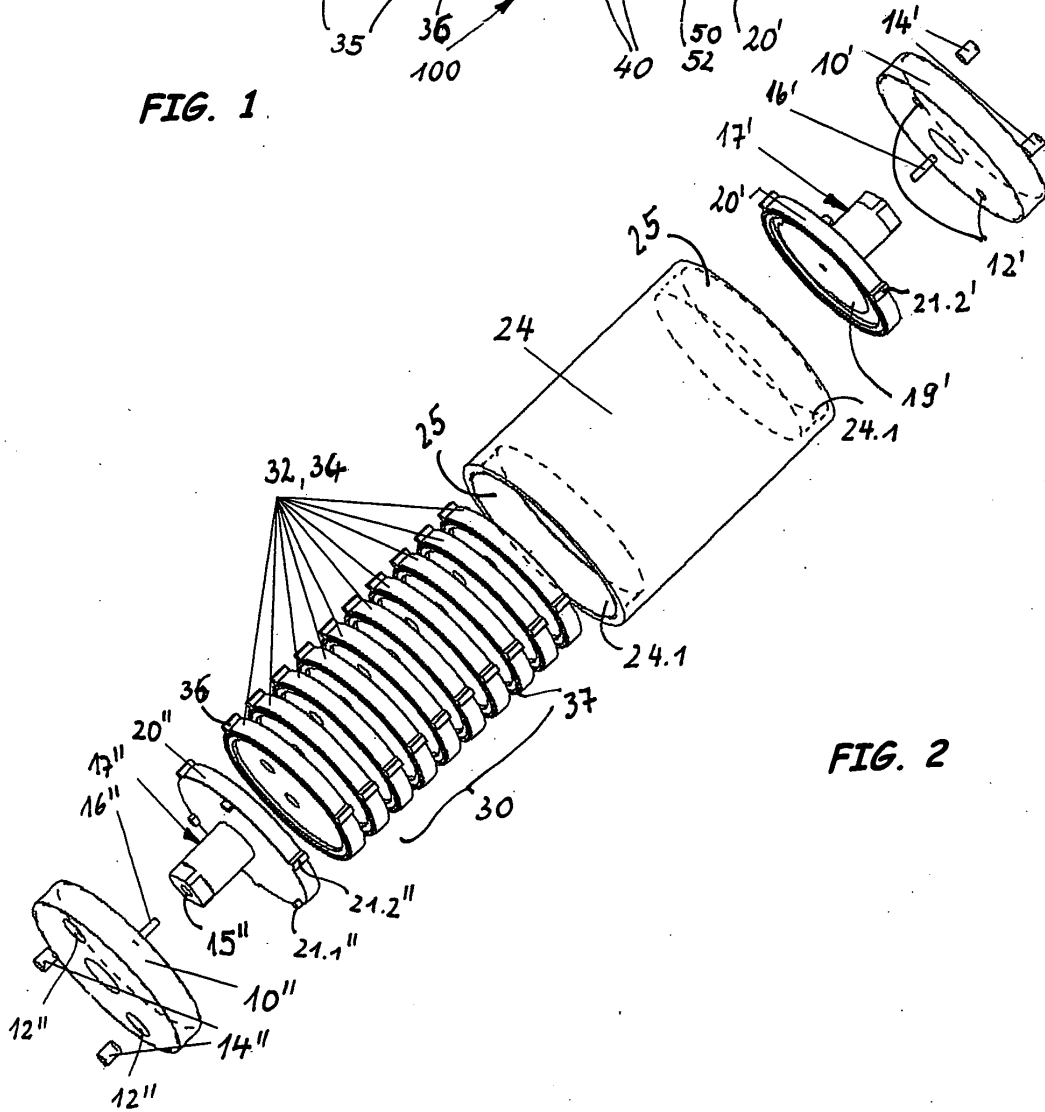


FIG. 2

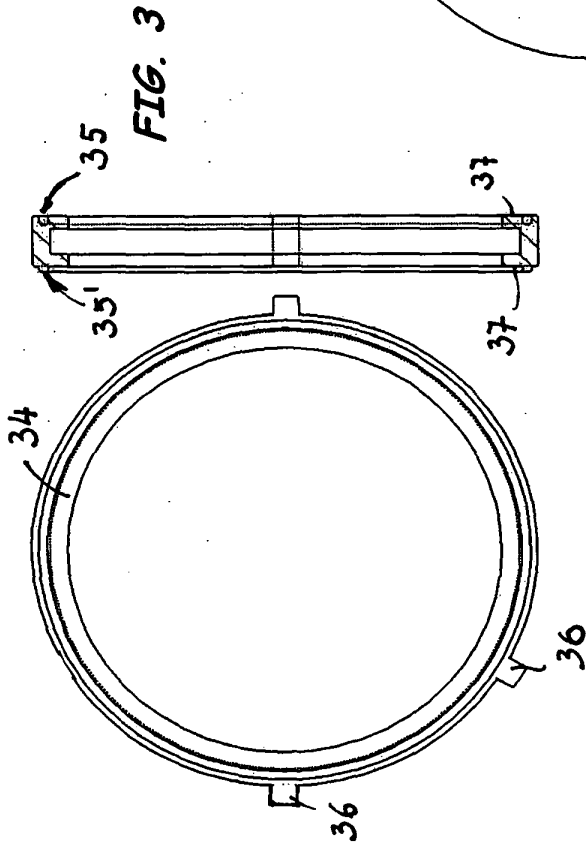


FIG. 3

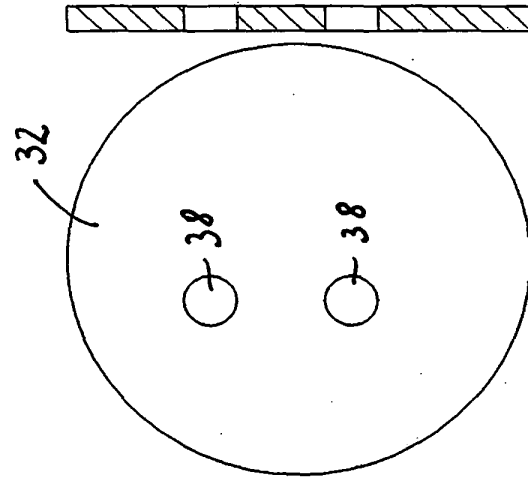


FIG. 4

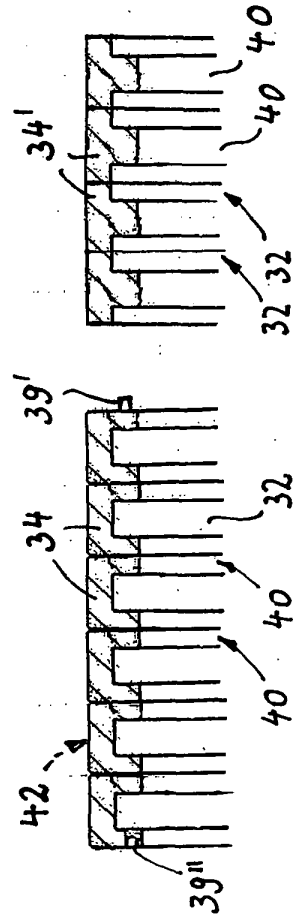


FIG. 5A

FIG. 5B



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	DE 198 53 580 C (MOELLER GMBH) 24. Februar 2000 (2000-02-24)	1	H01H87/00
A	* das ganze Dokument * -----	14,15	
Y	DE 17 88 143 B (GEN ELECTRIC) 21. Dezember 1972 (1972-12-21)	1	
A	* Spalte 7, Absatz 1 * -----	14,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. November 2004	Prüfer Socher, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

3
EPO FORM 1503 03.82 (P/4C03)

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

EP 04 02 5252

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

24-11-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19853580 C	24-02-2000	DE 19853580 C1	24-02-2000
		DE 10018563 A1	18-10-2001

DE 1788143 B	21-12-1972	US 3389359 A	18-06-1968
		DE 1788143 B1	21-12-1972
		DE 1763145 A1	24-02-1972
		DE 6606958 U	17-12-1970
		FR 1564180 A	18-04-1969
		GB 1230791 A	05-05-1971

EPO FORM P 0461

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