



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.10.2002 Patentblatt 2002/40

(51) Int Cl.7: **H01C 7/02, H01C 1/016**

(21) Anmeldenummer: **01810306.9**

(22) Anmeldetag: **26.03.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **Rajala, Erkki**
65370 Vaasa (FI)
- **Jokiniemi, Timo**
66510 Merikaarto (FI)
- **Alanen, Jarkko**
65280 Vaasa (FI)

(71) Anmelder: **ABB RESEARCH LTD.**
8050 Zürich (CH)

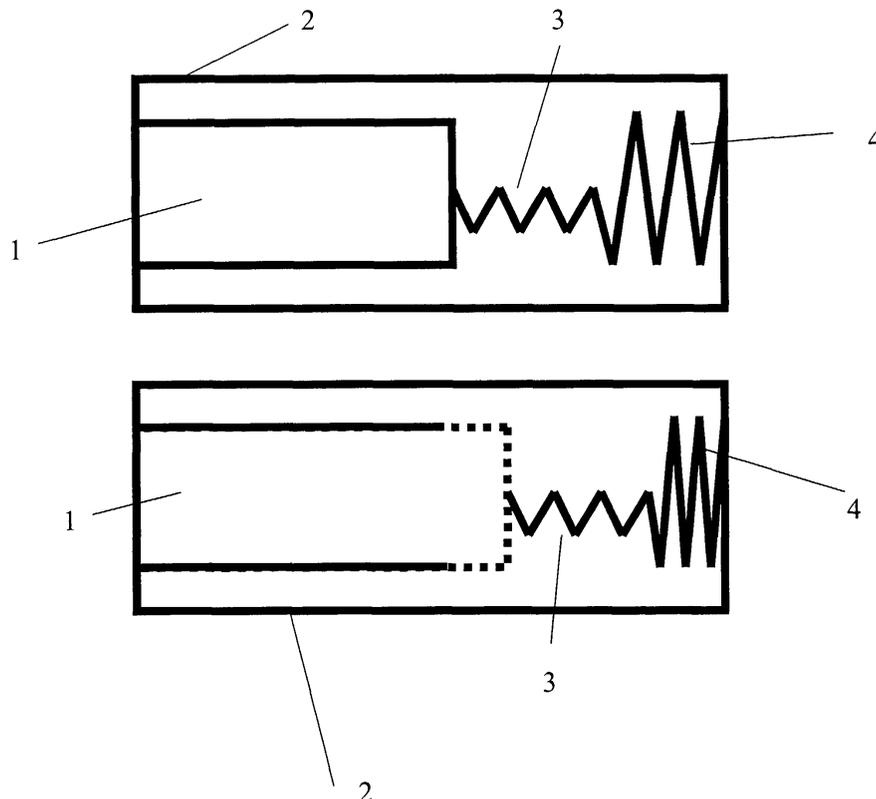
(74) Vertreter: **ABB Patent Attorneys**
c/o ABB Schweiz AG
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Glatz-Reichenbach, Joachim**
5400 Baden (CH)

(54) **PTC-Bauelement mit Halterung für PTC-Polymererelement**

(57) Die Erfindung betrifft ein PTC-Bauelement, bei dem ein PTC-Polymererelement (1) durch eine Halterung (2, 3, 4) in seiner Ausdehnung begrenzt wird, so daß

Überschwingvorgänge bei heftigen PTC-Übergängen vermieden werden und eine mechanische Überbeanspruchung des PTC-Polymererelements (1) verhindert werden kann.



Figur 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf ein PTC-Bauelement, das ein PTC-Polymererelement und eine Halterung hierfür enthält.

Stand der Technik

[0002] PTC-Polymererelemente sind an sich bekannt. Sie bestehen aus einer Matrix aus einem Polymermaterial, häufig einem Thermoplasten wie Polyethylen, wobei der Matrix zumindest ein gut leitfähiger Füllstoff zugesetzt ist, etwa ein Metallpulver, ein anderweitiges leitfähiges Pulver wie TiB_2 , Graphit oder Ruß. Dabei sollte die Menge des elektrisch leitfähigen Füllstoffs über einer materialabhängigen sogenannten Perkolationsgrenze liegen. Es können auch andere Füllstoffe enthalten sein, etwa solche mit Varistoreigenschaften. Der Materialaspekt des PTC-Polymererelements spielt für die vorliegende Erfindung keine entscheidende Rolle und wird hier nicht weiter problematisiert, weil PTC-Polymermaterialien im Stand der Technik umfangreich dokumentiert sind.

[0003] Typisch für PTC-Polymermaterialien ist der PTC-Übergang, der in einem bestimmten relativ schmalen Übergangstemperaturbereich stattfindet. Bei diesem PTC-Übergang vergrößert sich der spezifische elektrische Widerstand um viele Größenordnungen. Ursache hierfür ist eine durch die Temperaturerhöhung induzierte mechanische Ausdehnung des PTC-Polymermaterials, die die zuvor für die Leitfähigkeit wesentlichen Zwischenbrücken und Kontakte zwischen den Füllstoffpartikeln und -agglomerationen schwächt oder gar unterbricht. Der Grund hierfür liegt daran, daß die thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Matrixmaterials sehr viel größer als diejenigen des Füllstoffs sind. Die mechanische Ausdehnung des PTC-Polymermaterials im PTC-Übergang kann im Prozentbereich liegen.

[0004] PTC-Polymererelemente werden unter Ausnutzung dieses spezifischen Verhaltens in verschiedener Weise technisch eingesetzt. Eine Hauptanwendung liegt in der Begrenzung und Unterbrechung von elektrischen Strömen. Dabei kann der durch das PTC-Polymererelement fließende und zu unterbrechende Strom durch die Joulesche Verlustwärme entweder selbst für den PTC-Übergang verantwortlich sein oder durch äußere Wärmeezufuhr ein solcher Übergang induziert werden.

[0005] Die Erfindung ist jedoch nicht auf Anwendungen des PTC-Bauelements als Widerstand zur Strombegrenzung oder als Schalter zur Stromunterbrechung eingeschränkt. Andere mögliche Anwendungen sind z. B. selbstregulierende Heizelemente und Sensoren.

Darstellung der Erfindung

[0006] Das der Erfindung zugrundeliegende technische Problem besteht darin, einen im Hinblick auf die Anwendung auch bei sehr plötzlichen PTC-Übergängen verbesserten Aufbau eines PTC-Bauelements anzugeben.

[0007] Erfindungsgemäß wird hierzu vorgeschlagen ein PTC-Bauelement mit einem PTC-Polymererelement, das eine Polymermatrix und zumindest einen Füllstoff aufweist, der elektrisch gut leitfähig ist, und das in einem Ansprechttemperaturbereich einen PTC-Übergang zeigt, der mit einer starken Leitfähigkeitserhöhung und einer mechanischen Ausdehnung verbunden ist, und mit einer Halterung für das PTC-Polymererelement, dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung so ausgelegt ist, daß sie bei einem PTC-Übergang der Ausdehnung des PTC-Polymererelements innerhalb einer vorgegebenen Ausdehnungsstrecke in einer Hauptausdehnungsrichtung höchstens eine geringe Gegenkraft entgegengesetzt, und daß die Halterung eine Begrenzungsvorrichtung aufweist, die so ausgelegt ist, daß bei Überschreiten der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke einer etwaigen weiteren Ausdehnung des PTC-Polymererelements durch die Begrenzungsvorrichtung eine große Gegenkraft entgegengesetzt wird, um die Ausdehnung des PTC-Polymererelements zu begrenzen, wobei die vorgegebene Ausdehnungsstrecke so bemessen ist, daß die Leitfähigkeit des PTC-Polymererelements stark angestiegen ist, wenn sich das PTC-Polymererelement bis zu dem äußeren Ende der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke ausgedehnt hat, eine mechanische Überlastung des PTC-Polymererelements jedoch vermieden wird.

[0008] Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0009] Der Erfindung liegt zunächst die Erkenntnis zugrunde, daß sehr plötzliche PTC-Übergänge zu mechanischen Belastungen oder auch Beschädigungen des PTC-Polymererelements führen können, und zwar vor allem im Bereich der Ansprechzone, also dort, wo der eigentliche PTC-Übergang stattgefunden hat und das Material demzufolge am wärmsten ist. Da die mechanischen Ausdehnungen bei plötzlichen PTC-Übergängen, insbesondere bei der Begrenzung oder Unterbrechung von Kurzschlußströmen, im Millisekundenbereich oder noch schneller auftreten können, werden Teile des PTC-Polymererelements auf erhebliche Geschwindigkeiten beschleunigt. Dabei kann es durch die Massenträgheit der beschleunigten Teile am Ende des PTC-Übergangs, also bei Abschluß der eigentlichen mechanischen Ausdehnung, durch die plötzliche Verzögerung der kurzzeitig schnellbewegten Teile zu erheblichen Spannungen innerhalb des PTC-Polymermaterials kommen. Insbesondere in den warmen Bereichen, die in der Regel auch Bereiche mit verringertem Materialquerschnitt sind, können dabei mechanische Schäden auftreten, die den Widerstand im normalleitenden Zu-

stand unerwünschterweise erhöhen oder das PTC-Polymererelement unbrauchbar machen.

[0010] Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, eine Halterung für das PTC-Polymererelement so auszubilden, daß sie für eine bestimmte vorgegebene Ausdehnungsstrecke, die der gewünschten Ausdehnung während des PTC-Übergangs entspricht, eine Ausdehnung des PTC-Polymererelements zuläßt und dieser höchstens geringe Kräfte entgegensetzt, bei Überschreiten dieser Begrenzungsstrecke jedoch die Ausdehnung durch deutlich größere Gegenkräfte begrenzt. Die Trägheitskräfte sollen also von der für diese Begrenzung vorgesehenen Begrenzungsvorrichtung aufgefangen werden und damit nicht mehr zu übergroßen Zugspannungen in dem PTC-Polymermaterial selbst führen können. Wichtig ist hierbei, daß die Kraftbeaufschlagung des PTC-Polymererelements zweistufig erfolgt. Innerhalb der vorgegebenen Bewegungsstrecke ist die mechanische Ausdehnung notwendig und erwünscht, wobei ihre Behinderung durch zu große Gegenkräfte den PTC-Übergang behindern, schwächen oder verlangsamen könnte. Ist die Ausdehnung jedoch deutlich größer als diese vorgegebene Strecke, so soll sie möglichst wirksam begrenzt werden, das PTC-Polymererelement also abgebremst werden.

[0011] Da sich der PTC-Übergang über einen bestimmten Bereich vollzieht, in dem der gewünschte Widerstandsanstieg in solch großem Umfang auftritt, daß gewöhnlich schon ein Teil dieses Widerstandsanstiegs für die technische Anwendung ausreicht, ist es nicht unbedingt notwendig, daß die vorgegebene Ausdehnungsstrecke ganz genau auf den maximal möglichen Bewegungshub im PTC-Übergang abgestimmt ist. Sie kann vielmehr auch etwas kürzer sein, und zwar abhängig davon, welche Anforderungen an den PTC-Übergang gestellt werden. Umgekehrt ist es nicht zwangsläufig schädlich, wenn die vorgegebene Bewegungsstrecke geringfügig größer als der maximal mögliche Hub im PTC-Übergang ist. Die wesentlichen Vorteile der Erfindung können auch schon erzielt werden, wenn nur ein erheblicher Teil des "Überschießens" bei heftigen PTC-Übergängen abgefangen wird.

[0012] Bevorzugte Bereiche für die quantitative Bemessung der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke in Relation zu der maximalen Ausdehnung des PTC-Polymererelements bei einem PTC-Übergang liegen zwischen 35 %, besser 50 %, als Untergrenze und 110 %, besser 100 %, als Obergrenze. Dabei ist wohlgemerkt von der maximalen statischen Ausdehnung des PTC-Polymererelements auszugehen; bei Messung dieser Ausdehnung müssen also Überschwingeffekte weggelassen werden. Es wird auf die Erläuterungen im Rahmen der Beschreibung der Ausführungsbeispiele verwiesen.

[0013] Bei sehr vielen Anwendungen sind die PTC-Polymererelemente langgestreckte Stäbe oder ähnlich geformt. In diesen Fällen spielt im wesentlichen die Ausdehnung des PTC-Polymererelements in der Längsrich-

5 tung dieser Form eine Rolle, dann kann sich die Erfindung auch darauf beschränken, die Ausdehnung des PTC-Polymererelements in dieser Längsrichtung zu begrenzen. Mit den Ausdehnungen in den dazu senkrechten übrigen Richtungen sind bei solchen Geometrien dann entsprechend geringere Geschwindigkeiten und damit Trägheitskräfte sowie möglicherweise auch kleinere Massen verbunden. Natürlich kann die Erfindung aber auch in mehr als einer Richtung angewendet werden. Dies ist für das Grundprinzip der Erfindung ohne weitere Bedeutung, weswegen sich diese Beschreibung auf Fälle mit einer Begrenzung in nur einer Richtung beschränkt.

[0014] Im Regelfall wird es am günstigsten sein, das PTC-Polymererelement einseitig zu halten, etwa an und mit Hilfe eines elektrischen Kontakts, und die Bewegung des entgegengesetzten Endes des PTC-Polymererelements zu begrenzen. An diesem entgegengesetzten Ende kann dann ein flexibel angeschlossener Kontakt vorgesehen sein. Übrigens kann dieser elektrische Kontakt auch eine wesentliche Mitursache für die durch die Erfindung zu verhindernden mechanischen Schäden sein, indem er die Massenträgheit des beschleunigten Teils des PTC-Polymererelements erhöht. Natürlich kann das PTC-Polymererelement aber auch beispielsweise mittig gehalten werden und sich von der Mitte aus zu zwei Seiten hin ausdehnen. Dann können auch zwei (oder mehrere) Begrenzungsvorrichtungen Anwendung finden.

[0015] Es sollte vorzugsweise vermieden werden, daß die Begrenzungswirkung der Begrenzungsvorrichtung diskontinuierlich einsetzt, also beispielsweise das PTC-Polymererelement mit einem Ende gegen eine Begrenzungsvorrichtung in Form eines einfachen Anschlags schlägt, ohne zuvor abgebremst worden zu sein. Eine solche Vorgehensweise wäre zwar im Bereich der Erfindung, wird jedoch wegen der stoßartigen Erschütterungen als weniger günstig angesehen. Vielmehr soll die Begrenzungswirkung kontinuierlich aufgebaut werden, indem vor Einsetzen der im Sinn der Begriffswahl des Hauptanspruchs großen Gegenkraft bereits eine der Ausdehnung des PTC-Polymererelements entgegenwirkende Gegenkraft kontinuierlich ansteigt.

[0016] Beispielsweise kann diese kontinuierlich ansteigende Gegenkraft durch ein elastisches Medium aufgebaut werden, das so ausgelegt ist, daß es in seiner Wirkung der Begrenzungsvorrichtung vorgeschaltet ist. Hierzu wird auf die Ausführungsbeispiele verwiesen, in denen verschiedene bevorzugte Ausführungsformen für das elastische Medium dargestellt sind, nämlich eine Feder, ein eingeschlossenes Gasvolumen - auch in Kombination mit einer Flüssigkeit - und ein Elastomerelement (oder jeweils eine Mehrzahl dieser Elemente). Natürlich könnten diese Varianten auch unter einander gemischt werden.

[0017] Es kann insbesondere günstig sein, das elastische Medium so einzusetzen, daß vor dem Einsetzen der großen Gegenkraft der Begrenzungsvorrichtung be-

reits die Elastizitätsgrenze des elastischen Mediums erreicht wird, und zwar nicht im Sinne einer Zerstörung des elastischen Mediums (etwas des Bruchs einer Zugfeder), sondern in Form einer sehr starken Erhöhung der Gegenkraft mit weiterer Ausdehnung des PTC-Polymerelements. Beispielsweise kann dies erfolgen durch das Ende des Federwegs einer weicheren ersten Feder, woraufhin nur noch eine zweite härtere Feder komprimiert wird, die im übrigen so hart sein kann, daß sie selbst schon die große Gegenkraft der Begrenzungsvorrichtung aufbauen kann, also die Begrenzungsvorrichtung selbst darstellend. Desweiteren kommt bei einem eingeschlossenen Gasvolumen in Betracht, das Volumen von dem PTC-Polymerelement soweit komprimieren zu lassen, daß die Druckzunahme mit weiterer Wegausdehnung sehr stark wird oder sogar das sogenannte Kovolumen des Gases wesentlich wird, also das Verhalten eines idealen Gases mit zum Volumen umgekehrt proportionalem Druck im Sinne einer überproportionalen Druckzunahme mit Volumenverkleinerung verlassen wird. Dazu bieten sich natürlich insbesondere Gase mit relativ großen Molekülen an, beispielsweise CO₂ oder Gase mit noch größeren Kovolumina.

[0018] Schließlich ist es auch denkbar, daß bei Elastomerelementen diese so ausgelegt werden, daß in der Nähe des Endes der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke eine Zunahme der Elastizitätskonstanten erfolgt. Dies kann etwa durch überstarke Kompression des Elastomermaterials, durch Einbau eines härteren Kerns, durch geeignete Formgebung erreicht werden.

[0019] Insgesamt sollte die Begrenzungsvorrichtung im günstigsten Fall so ausgelegt sein, daß ein Überschwingen des PTC-Polymerelements bei einer sehr plötzlichen Ausdehnung infolge eines PTC-Übergangs gänzlich unterbunden wird. Welche quantitativen Werte hierfür notwendig sind, ist eine Frage des Einzelfalls. Die innerhalb der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke an dem PTC-Polymerelement anliegende Gegenkraft sollte vorzugsweise nicht größer sein als etwa 25 N/cm² (bezogen auf den minimalen Querschnitt des PTC-Polymerelements). Bei einer elastischen Gegenkraft sollte also am Ende der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke höchstens etwa dieser Wert vorliegen, die Elastizitätskonstante also mit Rücksicht auf die Länge der zulässigen Ausdehnungsstrecke entsprechend bemessen werden (bei einer beispielhaften Bewegungsstrecke von 200 µm bei einem beispielhaft 20 mm langen PTC-Polymerelement also etwa auf eine flächenspezifische Elastizitätskonstante von $\leq 1250 \text{ N/cm}^3$).

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Im folgenden wird die Erfindung anhand verschiedener Ausführungsbeispiele im einzelnen veranschaulicht. Dabei offenbarte Merkmale können auch in anderen als den dargestellten Kombinationen oder einzeln erfindungswesentlich sein.

[0021] Figur 1 zeigt ein typisches Zeitverlaufsdia-

gramm eines durch ein erfindungsgemäßes PTC-Bauelement begrenzten Kurzschlußstromes und der mechanischen Ausdehnung des PTC-Polymerelements dabei.

5 [0022] Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes PTC-Bauelement mit einer doppelten Feder als elastisches Medium.

[0023] Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel mit einem abgeschlossenen Gasvolumen als elastisches Medium und einer Flüssigkeit.

10 [0024] Figur 4 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel mit einem Gas als elastisches Medium.

[0025] Figur 5 zeigt ein letztes Ausführungsbeispiel mit Elastomerelementen als elastisches Medium.

15

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0026] In Figur 1 ist ein typisches Zeitverlaufsdia-

20 gramme für einen PTC-Übergang dargestellt. Die Abszisse zeigt die Zeitachse t in ms, die linke Koordinate die Größe eines zu begrenzenden Kurzschlußstromes I in Ampère und die rechte Koordinate, die durch den PTC-Übergang auftretende Ausdehnung d des PTC-Polymer-

25 elements in Mikrometern, und zwar in der Längsrichtung eines stabförmigen PTC-Elements, wie in den Figur 2 - 5 schematisch dargestellt. Man erkennt, daß der Kurzschlußstrom ab dem Zeitpunkt von 1,5 ms sprunghaft innerhalb einer halben ms auf seinen Maximalwert ansteigt und daß dabei etwa 0,2 - 0,3 ms nach dem Stromanstieg die charakteristische Ausdehnung des PTC-Polymermaterials beginnt. Diese hat bereits zu dem Zeitpunkt von 2,1 ms an eine strombegrenzende Wirkung. Schon zum Zeitpunkt 2,2 ms ist der Strom fast auf null abgefallen, obwohl die Ausdehnung gerade einmal ein

30 Fünftel des statischen Maximums erreicht hat. Dies liegt an der extremen Zunahme des elektrischen Widerstandes im PTC-Übergang. Zu berücksichtigen ist im übrigen die Trägheit der Wärmeleitung vom Ort ihrer Erzeugung an den Kontaktpunkten des Füllmaterials in das sich ausdehnende Polymermatrixmaterial.

[0027] Die mechanische Ausdehnung des PTC-Polymerelements nimmt weiter zu und zeigt zwischen einem Betrag von 50 Mikrometer und einem Betrag von 70 Mikrometer, also etwa zwischen den Zeitpunkten 2,5 ms und 3,3 ms, einen ausgeprägten Überschwingvorgang. Nach diesem Überschwingvorgang stabilisiert sich die Ausdehnung bei dem statischen Maximalwert von etwa 50 Mikrometern. Im vorliegenden Fall war die Ausdehnung der Ansprechzone in der Längsrichtung etwa 5

40 mm, so daß man von einem Ausdehnungskoeffizienten von etwa 1 % ausgehen kann. Die maximale statische Ausdehnung wurde jedoch im Rahmen des Überschwingvorgangs um etwa 30 % überschritten. Diese Überdehnung und das anschließende Zurückschwingen sind mit einer massiven mechanischen Beanspruchung der Ansprechzone des PTC-Polymerelements verbunden, die erfindungsgemäß verringert oder vermieden werden soll. Dazu soll die Ausdehnung des

55

PTC-Polymererelements auf eine Amplitude von etwa 25 - 50 Mikrometern (im vorliegenden Fall) begrenzt werden, weil offensichtlich schon bei relativ niedrigen Werten der Ausdehnung die gewünschte Strombegrenzungsfunktion in erheblichem Umfang vorliegt.

[0028] Figur 2 zeigt hierzu ein schematisch dargestelltes Beispiel. Dabei ist das PTC-Polymererelement 1 in einer Halterung 2 in Form eines starren Rahmens eingebaut, wobei das in der Figur linke Ende des PTC-Polymererelements 1 fest an der Halterung 2 verankert ist. Zwischen einem dem PTC-Polymererelement entgegengesetzten Ende der Halterung 2 und dem freien Ende des PTC-Polymererelements 1 ist eine doppelte Feder 3,4 eingesetzt, deren dem PTC-Polymererelement 1 zugewandter Teil 3 eine relative große Federkonstante aufweist, während der andere Teil 4 eine sehr kleine Federkonstante aufweist. Die Anordnung könnte auch umgekehrt sein).

[0029] Wenn sich das PTC-Polymererelement 1 im Verlauf des PTC-Übergangs mit seinem rechten Ende nach rechts ausdehnt, wie in der zweiten Darstellung der Figur 2 gestrichelt angedeutet, so wird zunächst die weiche Feder 4 komprimiert, bis sie gänzlich zusammengedrückt ist. Dabei ist die Länge der weichen Feder 4 im "kalten" Zustand des PTC-Polymererelements 1 in der linken Darstellung in Figur 2 der gewünschten maximalen Ausdehnung des PTC-Polymererelements 1 angepaßt, also auf etwa 40 Mikrometer eingestellt. Es versteht sich, daß die hier schematisch gezeichneten Schraubenfedern keine realistische Darstellung bilden. In der Praxis wird man sehr flache elastische Metallelemente, etwa Tellerfedern, verwenden, die eben eine elastische Verformung über eine Strecke von 40 Mikrometern (oder eine andere gewünschte Strecke) zulassen. Bewegliche elektrische Kontakte könnten beispielsweise durch kraftlos geführte Litzen kontaktiert werden.

[0030] Somit kann sich das PTC-Polymer 1 über die vorgegebene Ausdehnungsstrecke von etwa 40 Mikrometern gegen die relativ kleine Federgegenkraft der weichen Feder 4 ausdehnen und wird erst danach durch die sehr viel größere Gegenkraft der harten Feder 3 von einer weiteren Ausdehnung abgehalten. Der Unterschied zwischen den beiden Federkonstanten sollte dabei erheblich sein, beispielsweise einem Faktor 10 - 1000 oder größer entsprechen. Dadurch wird das Überschwingen der beschleunigten Teile des PTC-Polymererelements 1 verhindert, indem diese wirksam abgebremst werden. Die harte Feder 3 und der Rahmen der Halterung 2 nehmen somit die Kräfte auf, die ohne die Erfindung von der Ansprechzone getragen werden müßten.

[0031] Bei dieser und den folgenden Darstellungen ist das PTC-Polymererelement 1 als einfacher Stab eingezeichnet. Es hat tatsächlich natürlich eine kompliziertere Form, insbesondere weist es eine mittige Einschnürung zur Definition einer Ansprechzone auf. Diese Einzelheiten sind jedoch für das Prinzip der Erfindung ohne Belang.

[0032] Das zweite Ausführungsbeispiel in Figur 3 unterscheidet sich von dem ersten Ausführungsbeispiel aus Figur 2 dadurch, daß die doppelte Feder 3,4 ersetzt ist durch ein Gasvolumen 9 und ein Flüssigkeitsvolumen 8 in einem abgeschlossenen Gefäß 7. Das PTC-Polymererelement 1 ist an seinem in Figur 3 oberen Ende an einem Teil 6 der Halterung befestigt und ragt mit seinem unteren Ende in abgedichteter Weise in das Gefäß 7 hinein. In dem Gefäß 7 befindet sich in Kontakt mit der unteren Seite des PTC-Polymererelements 1 eine Flüssigkeit 8 und außerdem ein Gasvolumen 9. Wenn sich das PTC-Polymererelement 1 infolge eines PTC-Übergangs mit seiner Unterseite nach unten ausdehnt, drückt es den Flüssigkeitsspiegel unter sich nach unten, so daß der Flüssigkeitsspiegel im übrigen Bereich des Gefäßes 7 nach oben steigt und das Gasvolumen 9 komprimiert. Durch den zunehmenden Eigendruck des Gasvolumens 9 einerseits und durch die hydrodynamischen Widerstände innerhalb der Flüssigkeit 8 andererseits wird dabei der PTC-Bewegung eine gewisse Gegenkraft entgegengesetzt. Die hydrodynamische Dämpfung sollte dabei nicht zu groß sein, um lediglich einen gleichmäßigeren Übergang zwischen den Federkonstanten zu erzeugen, jedoch den PTC-Übergang nicht zu behindern.

[0033] Wenn das Gasvolumen fast verschwunden ist, erhöht sich sein Innendruck dramatisch, weil er vom Kovolumen des Gases abgesehen umgekehrt proportional zu dem sich verringernden Volumen zunimmt. Die Elastizitätskonstante des Gasvolumens 9 hat also gegenüber der linearen Ausdehnung des PTC-Polymererelements 1 eine Polstelle. Dadurch wird die Ausdehnung des PTC-Polymererelements 1 gegen Ende der vorgesehenen Ausdehnungsstrecke mit kontinuierlich aber stark ansteigender Gegenkraft begrenzt.

[0034] Das nächste Ausführungsbeispiel aus Figur 4 entspricht weitgehend dem zweiten Ausführungsbeispiel aus Figur 3, wobei jedoch in diesem Fall die Flüssigkeit 8 weggelassen ist. Das PTC-Polymererelement 1 ist hier durch eine Dichtung 10 so abgedichtet, daß das Gasvolumen 9 nicht aus dem Gefäß 7 entweichen kann. Eine Ausdehnung des PTC-Polymererelements 1 bewirkt eine Kompression des Gases 9 innerhalb des Gefäßes 7, wobei der Druck wiederum stark zunimmt. Durch die umgekehrte Proportionalität zwischen Druck und Volumen ist auch hier eine starke überproportionale Zunahme der Elastizitätskonstanten des Gasvolumens 9 gegeben. Dies kann durch Wahl eines Gases mit großem Kovolumen noch verstärkt werden.

[0035] Das letzte Ausführungsbeispiel in Figur 5 verwendet Elastomerelemente 11, die zwischen der Oberseite des PTC-Elements 1 und einem Teil 13 der Halterung liegen. Die Unterseite des PTC-Elements 1 ist an einem anderen Teil 12 der Halterung befestigt. Wenn sich das PTC-Polymererelement 1 nun ausdehnt, werden die Elastomerelemente 11 komprimiert, wobei auch hier durch entsprechende Materialwahl oder Formgebung oder durch einen härteren Kern innerhalb der Elasto-

merelemente 11 eine überproportionale Zunahme der Gegenkraft erreicht werden kann. Schließlich kann die Ausdehnung des PTC-Elements 1 durch Anschlagen der Oberseite gegen das Halterungsteil 13 begrenzt werden.

Bezugszeichenliste

[0036]

- 1 PTC-Polymererelement
- 2 Halterung
- 3 harte Feder
- 4 weiche Feder
- 6 Halterungsteil
- 7 abgeschlossenes Gefäß
- 8 Flüssigkeitsvolumen
- 9 Gasvolumen
- 10 Dichtung
- 11 Elastomerelement
- 12 Halterungsteil
- 13 Halterungsteil

Patentansprüche

1. PTC-Bauelement

mit einem PTC-Polymererelement (1), das eine Polymermatrix und zumindest einen Füllstoff aufweist, der elektrisch gut leitfähig ist, und das in einem Ansprechttemperaturbereich einen PTC-Übergang zeigt, der mit einer starken Leitfähigkeitserhöhung und einer mechanischen Ausdehnung verbunden ist, und

mit einer Halterung (2, 6, 7, 12, 13) für das PTC-Polymererelement,

dadurch gekennzeichnet, daß die Halterung (2, 6, 7, 12, 13) so ausgelegt ist, daß sie bei einem PTC-Übergang der Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) innerhalb einer vorgegebenen Ausdehnungsstrecke in einer Hauptausdehnungsrichtung höchstens eine geringe Gegenkraft entgegengesetzt, und

daß die Halterung (2, 6, 7, 12, 13) eine Begrenzungsvorrichtung (3, 7, 8, 9, 11, 13) aufweist, die so ausgelegt ist, daß bei Überschreiten der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke einer etwaigen weiteren Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) durch die Begrenzungsvorrichtung eine große Gegenkraft entgegengesetzt wird, um die Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) zu begrenzen,

wobei die vorgegebene Ausdehnungsstrecke so bemessen ist, daß die Leitfähigkeit des PTC-Polymererelements (1) stark angestiegen ist, wenn sich das PTC-Polymererelement (1) bis zu dem äußeren Ende der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke ausgedehnt hat, eine mechanische Überlastung des PTC-Polymererelements (1) jedoch vermieden wird.

2. PTC-Bauelement nach Anspruch 1, bei dem das PTC-Polymererelement (1) eine langgestreckte Form hat und die Begrenzungsvorrichtung (3, 7, 8, 9, 11, 13) die Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) nur in der Längsrichtung dieser Form begrenzt.

3. PTC-Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das PTC-Polymererelement (1) einseitig gehalten ist und an einer entgegengesetzten Seite mit der Begrenzungsvorrichtung (3, 7, 8, 9, 11, 13) wechselwirkt.

4. PTC-Bauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die vorgegebene Ausdehnungsstrecke im Bereich von 35 %, vorzugsweise von 50 %, bis zu 110 %, vorzugsweise bis zu 100 %, der maximalen statischen Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) liegt.

5. PTC-Bauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Halterung (2, 6, 7, 12, 13) so ausgelegt ist, daß die Begrenzungsvorrichtung (3, 7, 8, 9, 11, 13) die große Gegenkraft nach kontinuierlichem Ansteigen einer Gegenkraft gegen die Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) erzeugt.

6. PTC-Bauelement nach Anspruch 5, bei dem die Halterung (2, 6, 7, 12, 13) ein elastisches Medium (3, 4, 9, 11) aufweist, das die kontinuierliche Ansteigerung der Gegenkraft erzeugt.

7. PTC-Bauelement nach Anspruch 6, bei dem das elastische Medium eine erste Feder (4) ist.

8. PTC-Bauelement nach Anspruch 6, bei dem das elastische Medium ein eingeschlossenes Gasvolumen (9) ist.

9. PTC-Bauelement nach Anspruch 6, bei dem das elastische Medium ein Elastomerelement (11) ist.

10. PTC-Bauelement nach einem der Ansprüche 6 - 9, bei dem die Halterung so ausgelegt ist, daß die kontinuierlich ansteigende Gegenkraft des elastischen Mediums (3, 9, 11) bei einer über die vorgegebene Ausdehnungsstrecke hinausgehenden Ausdehnung des PTC-Polymererelements (1) kontinuierlich in die große Gegenkraft der Begrenzungsvorrichtung übergeht.

11. PTC-Bauelement nach Anspruch 7 und Anspruch 10, bei dem die Begrenzungsvorrichtung eine zweite Feder (3) mit wesentlich größerer Federkonstante als die der ersten Feder (4) aufweist.

12. PTC-Bauelement nach Anspruch 8 und Anspruch 10, bei dem das Gas (9) ein hohes Kovolumen auf-

weist.

13. PTC-Bauelement nach Anspruch 9 und Anspruch 10, bei dem die Halterung (3, 7, 8, 9, 11, 13) so ausgelegt ist, daß das Elastomerelement (3, 9, 11) am Ende der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke an die Grenze seines Elastizitätsbereichs gelangt. 5
14. PTC-Bauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die große Gegenkraft so groß ist, daß es bei den maximal zulässigen Belastungen des PTC-Polymerelements (1) bei einem PTC-Übergang nicht zu einem Überschwingvorgang der Ausdehnungsbewegung des PTC-Polymerelements (1) kommt. 10 15
15. PTC-Bauelement nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die geringe Gegenkraft innerhalb der vorgegebenen Ausdehnungsstrecke auf die minimale Querschnittsfläche des PTC-Polymerelements (1) bezogen höchstens 25N/cm^2 beträgt. 20

25

30

35

40

45

50

55

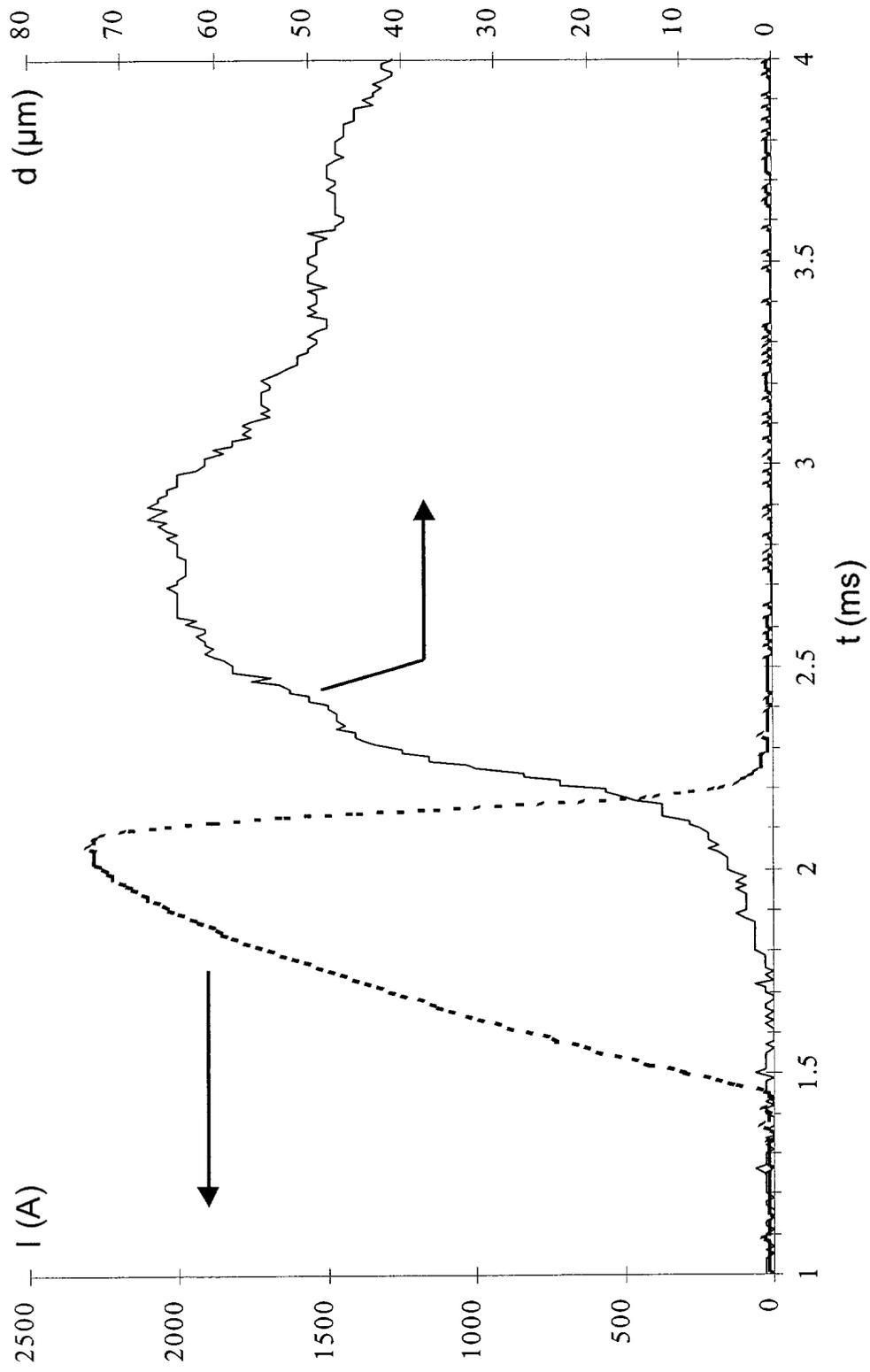


Fig.1

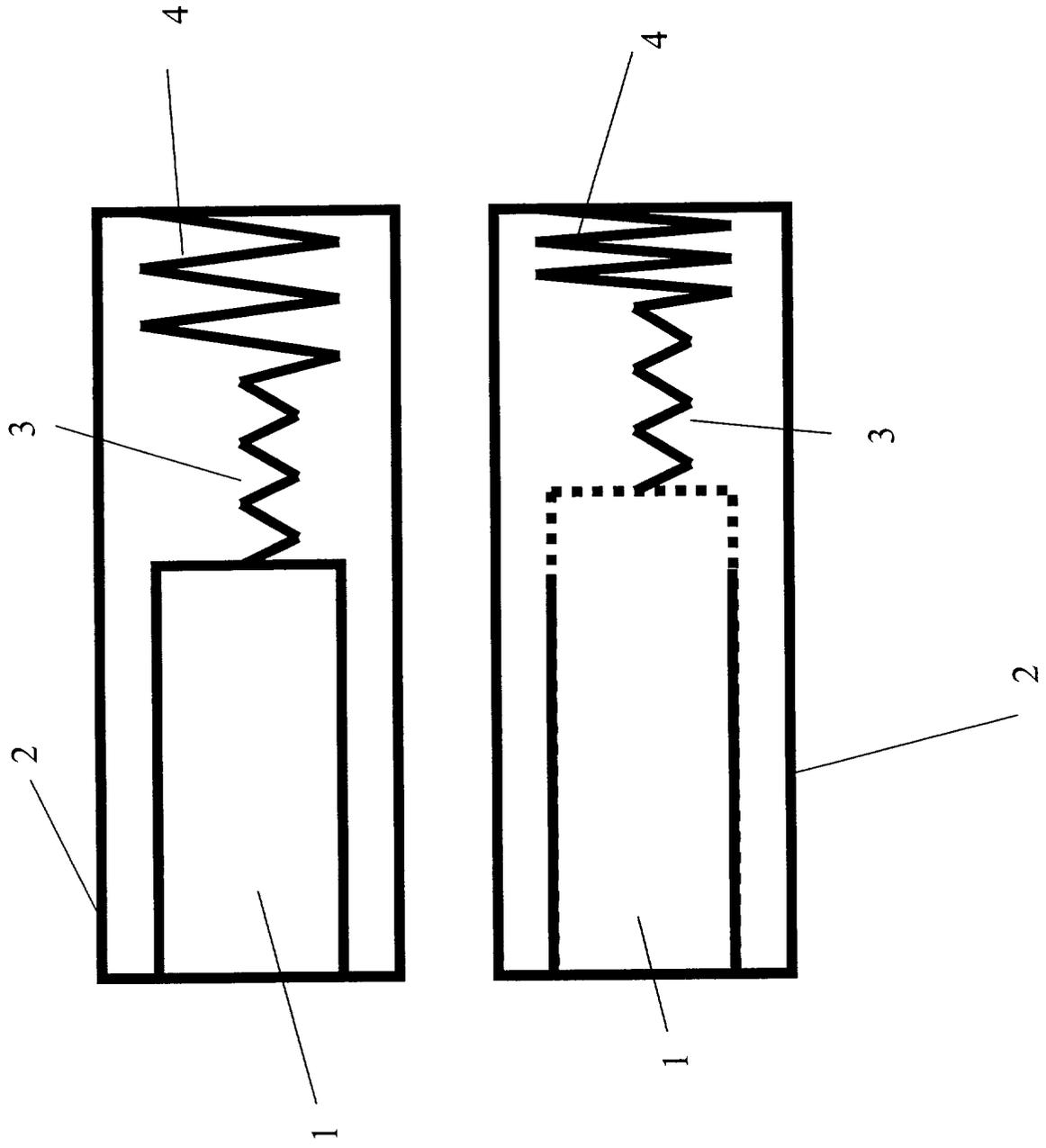
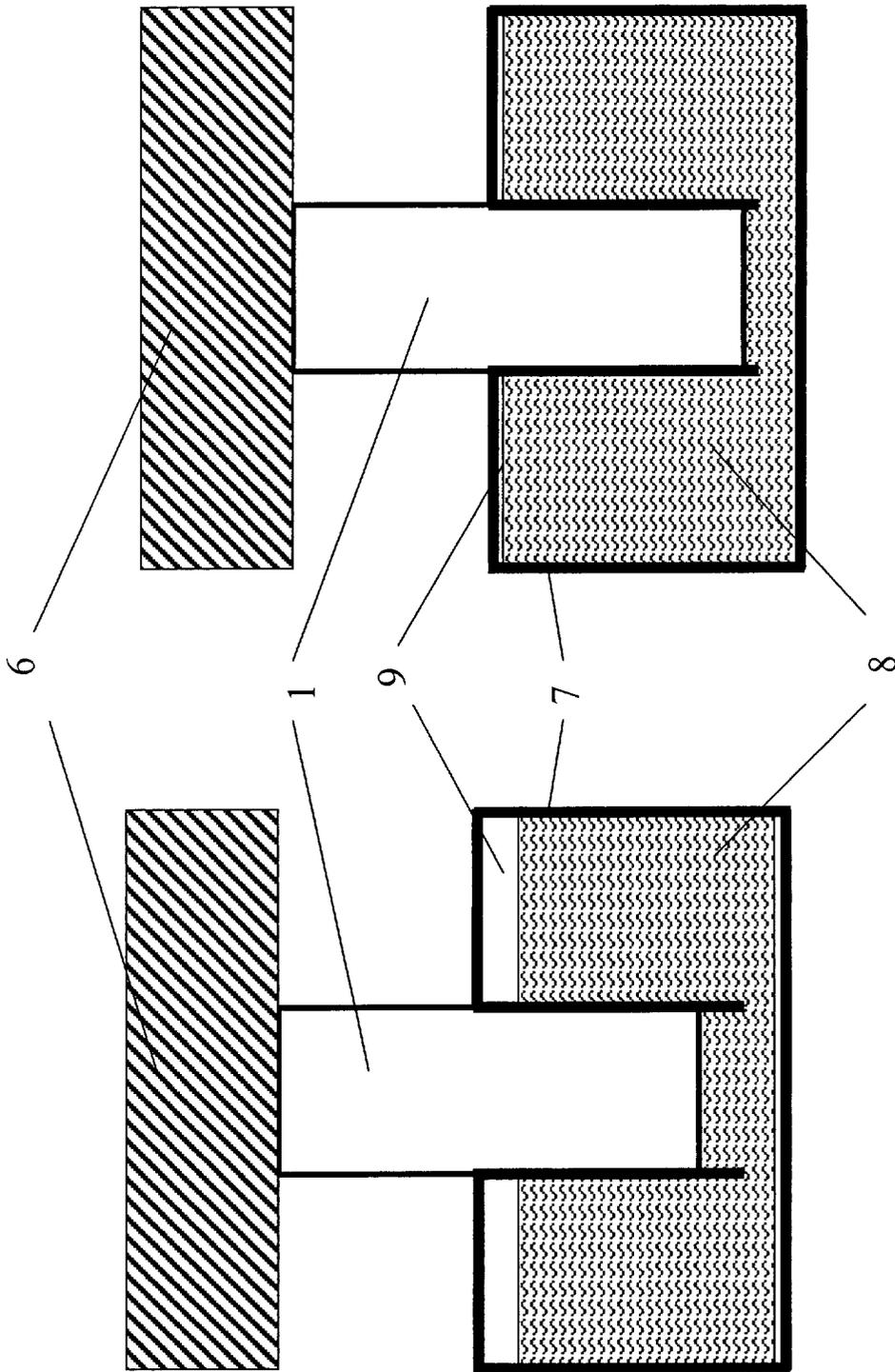
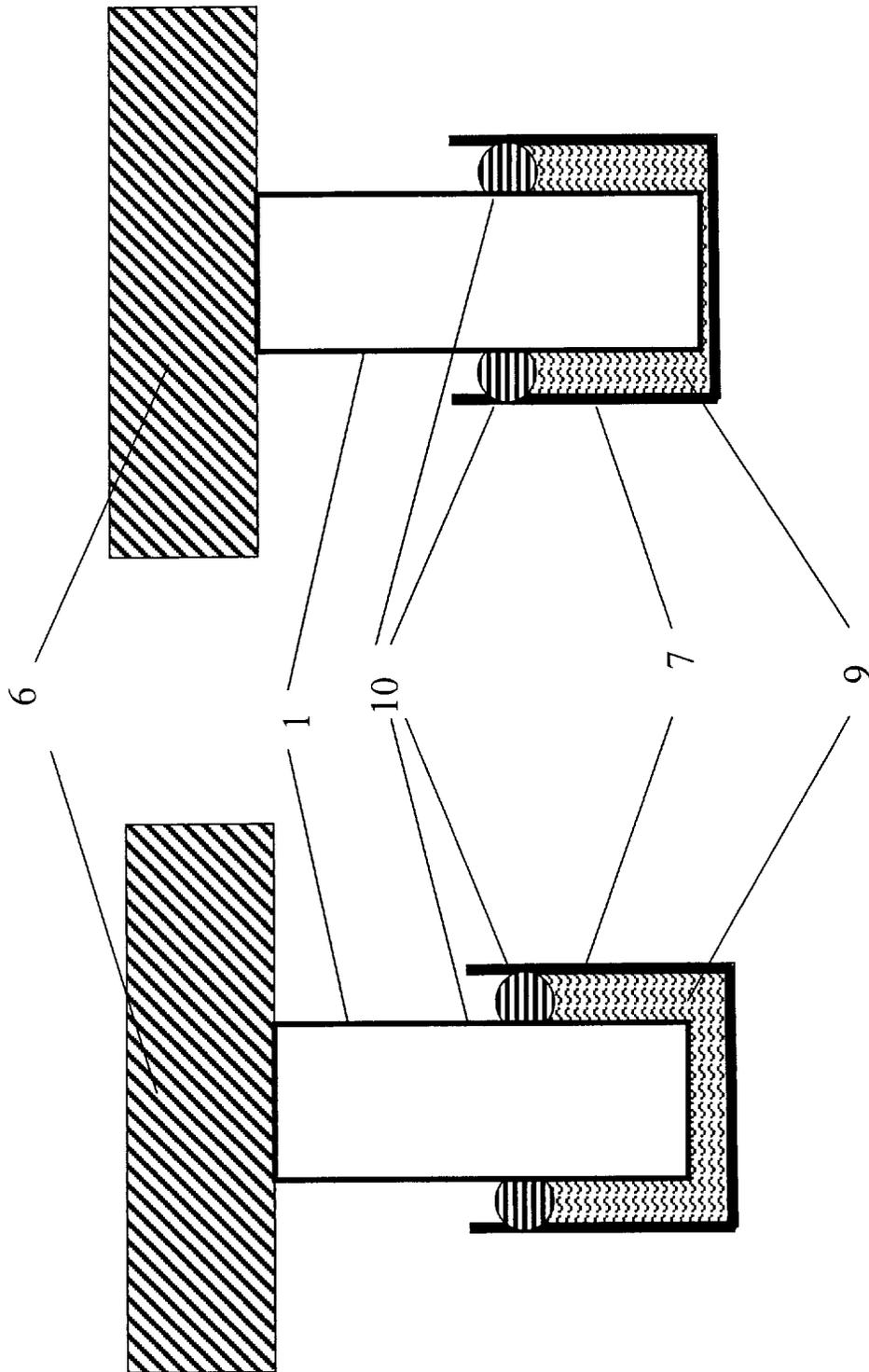


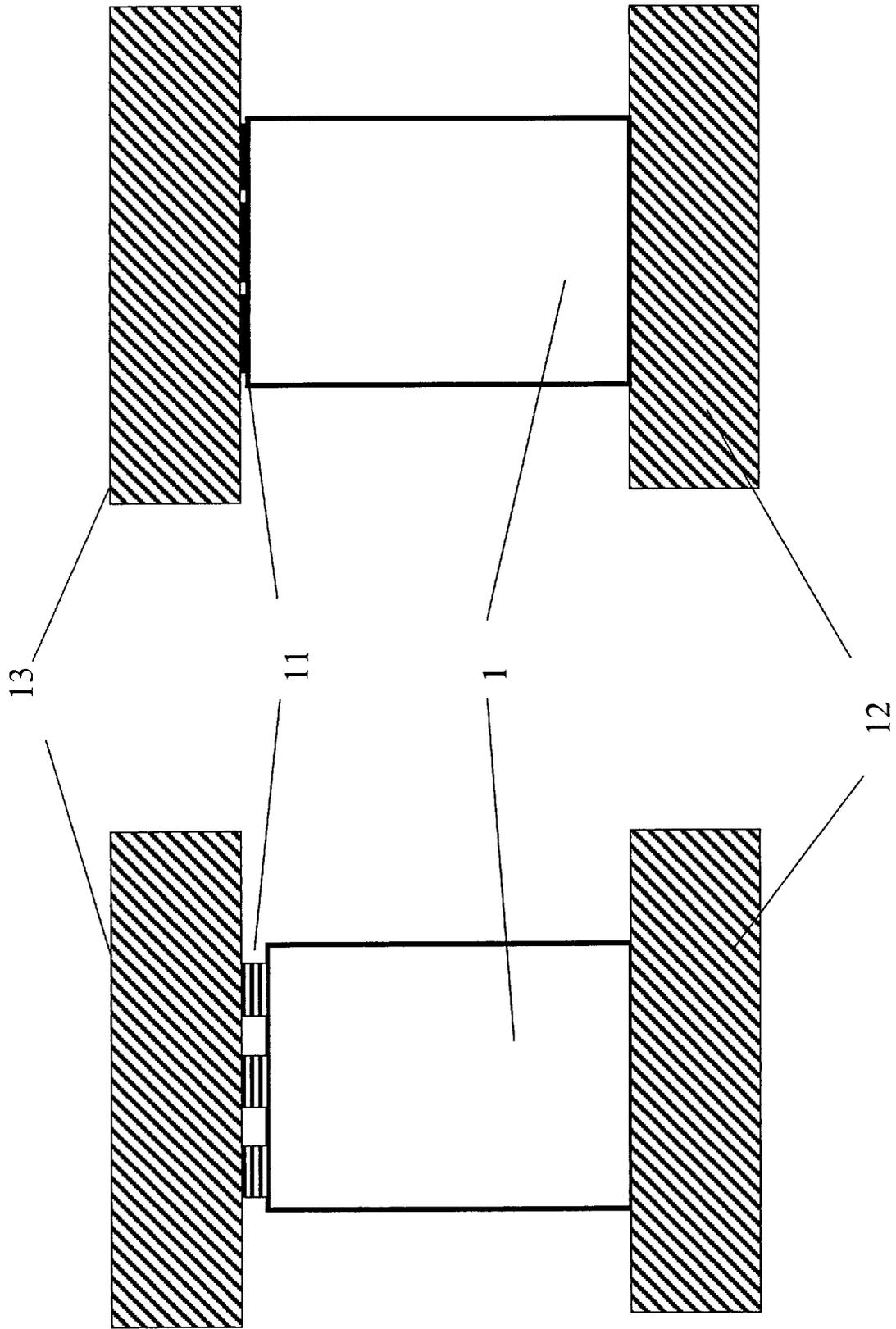
Figure 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 81 0306

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 685 025 A (CARLOMAGNO WILLIAM D) 4. August 1987 (1987-08-04) * das ganze Dokument *	1-15	H01C7/02 H01C1/016
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 04, 30. April 1996 (1996-04-30) -& JP 07 335406 A (YAZAKI CORP), 22. Dezember 1995 (1995-12-22) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2001	
		Prüfer Micke, K	
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 : mündliche 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 (P04003)

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

EP 01 81 0306

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

28-08-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4685025 A	04-08-1987	AT 77895 T	15-07-1992
		CA 1250961 A	07-03-1989
		DE 3685849 A	06-08-1992
		DE 3685849 T	25-02-1993
		EP 0201171 A	12-11-1986
		JP 2534986 B	18-09-1996
		JP 61234502 A	18-10-1986
		KR 9407046 B	04-08-1994
JP 07335406 A	22-12-1995	JP 2965122 B	18-10-1999

EPC FORM P0461

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