



(11) **EP 2 281 294 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.01.2012 Patentblatt 2012/04

(21) Anmeldenummer: **09757030.3**

(22) Anmeldetag: **04.06.2009**

(51) Int Cl.:
H01F 38/20 (2006.01) **H01F 27/02** (2006.01)
H01F 41/00 (2006.01) **H01B 3/46** (2006.01)
H01F 27/32 (2006.01) **H01F 41/12** (2006.01)
H01F 38/30 (2006.01) **H01F 38/26** (2006.01)

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2009/000182

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/146569 (10.12.2009 Gazette 2009/50)

(54) **HOCHSPANNUNGS-MESSWANDLER MIT FLEXIBLER ISOLIERUNG**

HIGH-VOLTAGE MEASURING TRANSDUCER WITH FLEXIBLE INSULATION

TRANSDUCTEUR DE MESURE HAUTE TENSION À ISOLATION FLEXIBLE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **04.06.2008 CH 844082008**
22.12.2008 CH 20002008

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2011 Patentblatt 2011/06

(73) Patentinhaber: **Trench France SAS**
68302 Saint Louis Cedex (FR)

(72) Erfinder:
• **MINKNER, Ruthard**
CH-4148 Pfeffingen (CH)

- **FLURI, Rolf**
CH-4057 Basel (CH)
- **BELZ, Oliver**
34131 Kassel (DE)
- **CLAUDI, Albert**
34123 Kassel (DE)
- **EHRET, Jean-Michel**
F-67530 Ottrott (FR)

(74) Vertreter: **Bohest AG**
Postfach 160
4003 Basel (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 971 369 DE-A1- 1 944 409
JP-A- 7 192 929 JP-A- 56 118 313
US-A- 3 525 908

EP 2 281 294 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochspannungs-Messwandler mit einer Isolierung.

[0002] Die Hochspannungs-Messwandler werden in Netze eingebaut, um Spannungen und Ströme für folgende Aufgaben zu messen: Leistungsmessung, Netzüberwachung in Bezug auf Störungen, Lastflussregelung in den Netzen, Optimierung bzw. Minimierung der Verluste in den Netzen, etc.

[0003] US 3 525 908 offenbart einen Hochspannungs-Messwandler gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0004] Stand der Technik sind folgende Hochspannungs-Messwandler mit Isolierungen für einen Spannungsbereich von 6 kV bis 800 kV Wechsel- oder Gleichspannung:

1. Epoxydharz oder Polyurethanharz Feststoff-Isolierungen im Bereich von 6 kV bis 100 kV für Innenraum- und Freiluftschaltanlagen.

2. Ölpapier-Isolierungen für den Bereich von 72.5 kV bis 800 kV und höher.

3. SF₆-Isolierungen für den Bereich von 72.5 kV bis 800 kV und höher.

[0005] Die vorstehend unter Punkt 2 und Punkt 3 genannten Isolierungen haben aus der Sicht der Umweltverträglichkeit gewisse Nachteile: Bei Beschädigung einer Hülle der Isolierung der unter Punkt 2 genannten Ölpapier-Isolierung kann eine sehr geringe Menge an Öl austreten, obwohl die modernen Hochspannungs-Messwandler ölarml gebaut sind. Beim Einsatz von reinem Mineralöl ist diese geringe Menge jedoch abbaubar. Verglichen mit der SF₆-Isolierung ist mit der Ölpapier-Isolierung eine sehr kompakte und hochausgenutzte Isolierung möglich, die Stand der Technik ist. Auch eine noch so geringe Leckage an Hüllen und Dichtungssystemen wird durch eine braune Farbe sofort bemerkt.

[0006] Die vorstehend unter Punkt 3 genannte SF₆-Isolierung ist für Freiluftwandler problematischer, da bei Beschädigung einer Hülle oder eines Dichtsystems des Freiluftwandlers SF₆ in die Atmosphäre austreten kann. Eine Druckanzeige des notwendigen Gasdruckes wird wenig benutzt, da die Erfahrung gezeigt hat, dass hierfür verwendete Messgeräte einen Schwachpunkt darstellen. Wesentlich günstiger sind Schaltanlagen mit SF₆-Isolierungen zu beurteilen, da sie laufend überwacht werden, und scharfe gesetzliche Auflagen erfüllt werden müssen.

[0007] Der Einsatz der vorstehend unter Punkt 1 genannten Epoxydharz oder Polyurethan-Harz Feststoff-Isolierungen als Elektrogießharz-Isolierungen stösst bei hohen Spannungen an Grenzen infolge der durch Erwärmung im Innern der Wandler hervorgerufenen mechanischen Spannungen. Ausserdem ist sie fest, starr und nicht flexibel. Hingegen ist sie eine trockene Isolierung,

d.h. bei einer Zerstörung der Isolierung durch Überspannung, beispielsweise bei Blitzschlag, treten keine schädlichen Produkte auf.

[0008] Mit Ölpapier- und SF₆-Isolierungen ausgestattete Hochspannungs-Messwandler sind arbeitsintensiv in der Herstellung. Um kostengünstiger produzieren zu können, sollen diese arbeitsintensiven Isolierungen durch eine kostengünstigere Isolierung ersetzt werden.

[0009] Als Beispiel eines Hochspannungs-Messwandlers ist in Fig. 1 im Schnitt ein Messteil eines Hochspannungsstromwandlers gemäss dem Stand der Technik mit einer Öl-Papierisolierung 512 gezeigt. Der Hochspannungsstromwandler umfasst ein Gehäuse (Kopf) 501 aus Metall, welches auf Hochspannungspotential 516 liegt. Ebenfalls umfasst der Hochspannungsstromwandler einen Leiter 502, der einen zu messenden Strom I_p führt und wie das Gehäuse 501 auf Hochspannungspotential 516 liegt. In einer inneren Kernschale 503 sind Messkerne 504 für die Erfassung des Stroms I_p eingebaut. Ein Spalt 505 zwischen der Öl-Papierisolierung 512 und dem Gehäuse 501 ist mit Öl gefüllt. Eine Durchführung 506 (gesteuerte Isolierung) umfasst ein metallisches Trägerrohr 507 auf Erdpotential 508 und einen beliebigen Isolierstoff 509, z. B. Öl-Papier (OIP), harzprägniertes Krepp-Papier (RIP), Hartpapier (RBP), Folien mit einem geeigneten Imprägniermittel wie SF₆, Luft oder Öl. Ein Isolator 510 ist der notwendige Isolator zwischen dem Gehäuse auf Hochspannungspotential 516 und Erde. Ein Kompensationsbalg 511 ist für Öl-Papier-Isolierungen notwendig und kompensiert eine temperaturbedingte Volumenänderung des Öls.

[0010] In Fig. 2 ist im Schnitt ein Hochspannungs-Spannungswandler gemäss dem Stand der Technik als weiteres Beispiel eines Hochspannungs-Messwandlers gezeigt. Der Hochspannungs-Spannungswandler umfasst ein Gehäuse 523b, welches auf Erdpotential 528 liegt, eine trapezförmige Lagenwicklung 531 mit Isolierung, eine Durchführung 526, einen Isolator 529 und einen Eisenkern 524. Als Isolierung zwischen einer Hochspannungs-Elektrode 521 auf Hochspannungspotential 536 und einer Erdelektrode 523a auf Erdpotential 528 bzw. dem Gehäuse 523b (Erdpotential 528) wird eine Öl-Papier-Isolierung 532 verwendet. Unterhalb der Erdelektrode 523a ist eine Sekundärwicklung 535 angeordnet. Der Hochspannungs-Spannungswandler umfasst als Spannungsanschluss 522 ein Metallrohr 527 in der Durchführung 526 mit einem Aktivteil, wobei der Spannungsanschluss 522 mit der Hochspannungs-Elektrode 521 verbunden ist. Die trapezförmige Lagenwicklung 531 ist mit der Hochspannungs-Elektrode 521 und der Erdelektrode 523a (Erdpotential 528) verbunden. Der Hochspannungs-Spannungswandler umfasst einen Ölspalt 525, analog zum Spalt 505 (siehe Fig. 1). Die Öl-Papier-Isolierung umfasst eine Lagenisolierung zwischen der trapezförmigen Lagenwicklung 531 und einer Enddistanz-Isolierung 533. Die Enddistanz-Isolierung 533 ist zwischen einem Lagen-Wicklungsende 534 und dem Gehäuse 523b auf Erdpotential 528 angeordnet.

[0011] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochspannungs-Messwandler vorzuschlagen, welcher die mit einer Öl- oder SF₆-Isolierung verbundenen Nachteile nicht aufweist, auch bei hohen Spannungen einsetzbar ist und kostengünstig hergestellt werden kann.

[0012] Diese Aufgabe wird durch den erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandler gelöst, wie er im unabhängigen Patentanspruch 1 definiert ist. Der unabhängige Patentanspruch 10 bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandlers. Vorheilhafte Ausführungsvarianten ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

[0013] Das Wesen der Erfindung besteht darin, dass ein erfindungsgemässer Hochspannungs-Messwandler eine Isolierung aufweist, die eine flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung umfasst. Eine komprimierbare Isolierung erlaubt den Einsatz vorhandener Wandlerkonstruktionen für stark variierende Temperaturbereiche. Die Silikon-Gel-Isolierung ist eine hervorragende Isolierung, die trocken und flexibel ist und die bei Beschädigungen keine Umweltverschmutzungen zur Folge hat.

[0014] Im Speziellen ist der erfindungsgemässe Hochspannungs-Messwandler ein Stromwandler mit einer Kopfisolierung gegen Erde für die Messung eines Stromes in einer Schaltanlage, wobei die Isolierung zwischen Hochspannung und Erde die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung umfasst. Dadurch kann ein beim Stand der Technik erforderlicher Öl-Kompensationsbalg entfallen.

[0015] Im Speziellen ist der erfindungsgemässe Hochspannungs-Messwandler ein induktiver Spannungswandler für die Messung einer Primärspannung U_p zwischen Phase und Erde oder zwischen Phase und Nullleiter in Ein-, Zwei- und Dreiphasensystemen, mit einer Primärwicklung und einer oder mehreren Sekundärwicklungen, wobei die Isolierung zwischen Lagenwicklung und Gehäuse die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung umfasst.

[0016] Im Speziellen weist die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung des erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandlers mindestens ein Harz und einen Härter auf, z. B. WACKER SilGel® 612. Die hervorragenden Eigenschaften von elektrischen Zweikomponenten-Harzen (Epoxyd- und Polyurethanharz) führen zu einer Isolierung, die eine sehr niedrige Viskosität im nicht polymerisierten Zustand besitzt und sich leicht entgasen und vergiessen lässt. Diese Eigenschaften und eine Summe von Versuchen und Überlegungen führten zu der Auswahl eines Zweikomponenten Silikongel-Giessharzes. Das WACKER SilGel® 612 ist eine giessbare, bei Raumtemperatur additionsvernetzende Zweikomponenten-Silikonisolierung. Es vulkanisiert nicht zu einem Silikongummi im herkömmlichen Sinn, sondern ergibt eine weiche gelartige Isolierung. Diese ist durch die folgenden Merkmale charakterisiert: sie besitzt

eine sehr niedrige Härte (Silikon-Gel), ist eine glasklare Verbindung, besitzt eine ausgeprägte Eigenklebrigkeit und weist exzellente Isolierungseigenschaften auf. Desweiteren wird das WACKER SilGel® 612 ohne Anteile an freien Silikonflüssigkeiten geliefert. Das vernetzte Silikon-Gel ist weich und flexibel. Es weist eine hohe dielektrische Festigkeit auf, die den Betriebsfeldstärken der Ölpapier-Isolierungen des Stands der Technik entsprechen. Die mit dem verwendeten Silikon-Gel hergestellte Isolierung lässt sich in den folgenden Temperaturbereichen einsetzen, die typischerweise für Hochspannungs-Messwandler gefordert werden: Aussentemperatur von -50°C bis +60°C bzw. Einsatztemperatur der Isolierung aufgrund der Eigenerwärmung des Hochspannungs-Messwandlers von -50°C bis +100°C.

[0017] Im Speziellen weist die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung des erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandlers einen komprimierbaren Füllstoff auf. Für die Komprimierbarkeit des Basismaterials, zur Senkung der Kosten und zur Reduzierung des Gewichts des Basismaterials wurde ein Füllstoff aus komprimierbaren Mikrohohlkugeln durch Versuche ermittelt, die mit Gas, z. B. mit Pentan oder Isobutan, gefüllt sind. Es wurden verschiedene Füllgrade (z. B. 10%, 30%, 50%) untersucht und Druckversuche vorgenommen, um die geforderte Komprimierbarkeit zu erreichen. Verschiedene Mikrohohlkugeln mit unterschiedlicher Kugelgrösse, -Beschichtung, -Material und Füllgas wurden als Füllstoff getestet. Durchschlagsversuche mit Kugel-Kugel-Anordnung und Platte-Platte-Anordnung (Kriterium 1% der Durchschlagsfeldstärke) wurden vorgenommen. Die daraus resultierenden Mikrohohlkugeln haben einen Durchmesser im Bereich von 10 µm bis 80 µm, vorzugsweise von 20 µm bis 30 µm. Die Mikrohohlkugeln weisen eine Wandstärke von 1.5 µm bis 2.5 µm auf. Die Grösse der Kugeln ergab sich aus einem Kompromiss an die Teilentladungsfreiheit des ausgehärteten vernetzten Zweikomponentenisolierharzes, Preis, Mischbarkeit und den elektrischen Anforderungen, die durch experimentelle Durchschlagsversuche ermittelt wurden. Auch trägt der Füllstoff zur Erhöhung der Durchschlagfeldstärke und der Betriebsfeldstärke bei, ohne dass die Lebensdauer verkürzt wird. All dies geschieht unter Einbeziehung von Anforderungen zur Behandlung einer Gussoberfläche einer inneren Kernschale und einer inneren Kopf-Gehäusewand für hohe elektrische Betriebsfeldstärken.

[0018] Im Speziellen umfasst der komprimierbare Füllstoff Mikrohohlkugeln. Die Mikrohohlkugeln sind z. B. vom Typ Expancel 091 DE40d30 der Firma Expancel. Die besagten Mikrohohlkugeln haben sich als besonders vorteilhaft erwiesen, ein anderer Füllstoff ist aber durchaus denkbar.

[0019] Im Speziellen beträgt bei der eingesetzten Isolierung des erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandlers der Anteil der Mikrohohlkugeln 20% bis 50%, vorzugsweise 30% bis 40%.

[0020] Im Speziellen weisen beim erfindungsgemäs-

sen Hochspannungs-Messwandler die Mikrohohlkugeln jeweils eine thermoplastische Hülle auf, die mit einer Schlichte zur Verbindung der Mikrohohlkugel mit dem Silikon-Gel versehen ist. Die Mikrohohlkugeln sind im Innern mit einem Gas, z. B. Isobutan oder Pentan, gefüllt. Die Schlichte hat die Funktion einer Grundierung auf der Mikrohohlkugel, damit das Silikon-Gel gut anhaften kann. Hervorragende Adhäsionskräfte (Klebrigkeit) der Isolierung an eine innere Schale des Wandlerkopfgehäuses und an der inneren Kernschale, in der die Wandlerkerne eingebaut sind, verhindern, dass sich die Isolierung von der Gehäusewand ablöst, und es deshalb zu Teilentladungen in den Spalten kommt, die zu einer Zerstörung der Isolierung führen.

[0021] Im Speziellen ist beim erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandler die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung zwischen -50°C und $+60^{\circ}\text{C}$ Umgebungstemperatur um 15% bis 30% komprimierbar. Die notwendige Komprimierbarkeit hängt von der Grösse des Wandlergehäuses ab. Durch die Komprimierbarkeit kann der beim Stand der Technik notwendige Öl-Kompensationsbalg entfallen.

[0022] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemässen Hochspannungs-Messwandlers, der eine flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung aufweist, welche ein Harz, einen Härter und einen Füllstoff umfasst, wobei das Harz mit Füllstoff und der Härter mit Füllstoff unter Vakuum getrennt vorgemischt werden.

[0023] Im Speziellen werden beim erfindungsgemässen Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Messwandlers Harz, Härter und Füllstoff mit einem Mischer unter Vakuum gemischt, anschliessend in ein Gehäuse unter Vakuum eingefüllt und schliesslich unter Druck gesetzt. Nach dem Einfüllen wird das Vakuum gebrochen und die Silikon-Gel-Isolierung bei 20°C um 15% bis 30% komprimiert. Das Einfüllen ermöglicht eine Minimierung des Arbeitsaufwandes für die Herstellung der Isolierung.

[0024] Im Folgenden wird der erfindungsgemässe Hochspannungs-Messwandler unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand von zwei Ausführungsbeispielen detaillierter beschrieben. Es zeigen:

Fig. 3 - einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Hochspannungsstromwandlers als Hochspannungs-Messwandler mit einer flexiblen und komprimierbaren Silikon-Gel-Isolierung; und

Fig. 4 - einen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Hochspannungs-Spannungswandlers als Hochspannungs-Messwandler mit einer flexiblen und komprimierbaren Silikon-Gel-Isolierung.

[0025] In Fig. 3 ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Hochspannungsstromwand-

lers als Hochspannungs-Messwandler mit einer flexiblen und komprimierbaren Silikon-Gel-Isolierung 13 gezeigt, welche im Vergleich zum Stand der Technik die Öl-Papier-Isolierung 512 (siehe Fig. 1) ersetzt. Der Hochspannungsstromwandler umfasst ein Gehäuse (Kopf) 1 aus Metall, welches auf Hochspannungspotential 16 liegt. Ebenfalls umfasst der Hochspannungsstromwandler einen Leiter 2, der einen zu messenden Strom I_p führt und wie das Gehäuse 1 auf Hochspannungspotential 16 liegt. In einer inneren Kopfschale 3 sind Messkerne 4 für die Erfassung des Stroms I_p eingebaut. Eine Durchführung 6 oder gesteuerte Isolierung umfasst ein metallisches Trägerrohr 7 auf Erdpotential 8 und einen beliebigen Isolierstoff 9, z. B. Öl-Papier (OIP), harzimprägniertes Krepp-Papier (RIP), Hartpapier (RBP), Folien mit einem geeigneten Imprägniermittel wie SF_6 , Luft oder Öl. Ein Isolator 10 ist der notwendige Isolator zwischen dem Gehäuse auf Hochspannungspotential 16 und Erde. Eine Ölausdehnungskomponente (siehe Kompensationsbalg 511 in Fig. 1), die für Öl-Papier-Isolierungen notwendig ist und eine temperaturbedingte Ausdehnung des Öls kompensiert, wird nicht benötigt.

[0026] In Fig. 4 ist ein Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Hochspannungs-Spannungswandlers als Hochspannungs-Messwandler mit einer flexiblen und komprimierbaren Silikon-Gel-Isolierung 36 gezeigt, welche im Vergleich zum Stand der Technik die Enddistanz-Isolierung 533 (siehe Fig. 2) und den Ölspalt 525 (siehe Fig. 2) ersetzt. Der Hochspannungs-Spannungswandler umfasst ein Gehäuse 23b, welches auf Erdpotential 28 liegt, eine Hochspannungs-Elektrode 21 auf Hochspannungspotential 26, eine Erd-elektrode 23a und einen Eisenkern 24. Unterhalb der Erdelektrode 23a ist eine Sekundärwicklung 35 angeordnet. Der Hochspannungs-Spannungswandler umfasst als Spannungsanschluss ein Metallrohr 27 in einer Durchführung mit einem Aktivteil 29, wobei der Spannungsanschluss mit der Hochspannungs-Elektrode 21 verbunden ist. Eine trapezförmige Lagenwicklung 31 als Primärwicklung mit Lagenwicklungen und einem Lagen-Wicklungsende 34 sind an der Hochspannungs-Elektrode 21 und dem Erdpotential 28 angeschlossen. Die Isolierung zwischen den Lagenwicklungen muss weiter bestehen bleiben für den Aufbau der trapezförmigen Lagenwicklung 31. Die Isolierung zwischen den Lagenwicklungen muss kompatibel mit der Silikon-Gel-Isolierung sein, und die Silikon-Gel-Isolierung muss sehr gut an den Lagenwicklungen haften, damit sich keine Spalten bilden können, die zu Teilentladungen führen.

[0027] Zu den vorbeschriebenen Hochspannungs-Messwandlern sind weitere konstruktive Variationen realisierbar. Insbesondere sind Kombinationen der verschiedenen Ausführungsbeispiele denkbar.

Patentansprüche

1. Hochspannungs-Messwandler mit einer Isolierung

- und einer Durchführung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolierung eine flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) umfasst.
2. Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochspannungs-Messwandler ein Stromwandler mit einer Kopfisolierung (13) gegen Erde für die Messung eines Stromes in einer Schaltanlage ist, und dass die Isolierung zwischen Hochspannung und Erde die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) umfasst .
 3. Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochspannungs-Messwandler ein induktiver Spannungswandler für die Messung einer Primärspannung U_p zwischen Phase und Erde oder zwischen Phase und Nulleiter in Ein-, Zwei- und Dreiphasensystemen, mit einer Primärwicklung (31) und einer oder mehreren Sekundärwicklungen (35) ist, und dass die Isolierung zwischen Lagenwicklung und Gehäuse (23b) die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) umfasst.
 4. Hochspannungs-Messwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) mindestens ein Harz und einen Härter umfasst, z. B. WACKER SilGel® 612.
 5. Hochspannungs-Messwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) einen komprimierbaren Füllstoff umfasst .
 6. Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der komprimierbare Füllstoff Mikrohohlkugeln umfasst.
 7. Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der eingesetzten Isolierung der Anteil der Mikrohohlkugeln 20% bis 50%, vorzugsweise 30% bis 40%, beträgt.
 8. Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrohohlkugeln jeweils eine thermoplastische Hülle aufweisen, die mit einer Schichte zur Verbindung der Mikrohohlkugel mit dem Silikon-Gel versehen ist, und dass die Mikrohohlkugeln im Innern mit einem Gas, z. B. Isobutan, gefüllt sind.
 9. Hochspannungs-Messwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) zwischen -50°C und $+60^{\circ}\text{C}$ Umgebungstemperatur um 15% bis 30% komprimierbar ist.
 10. Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Messwandlers mit einer Durchführung, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochspannungs-Messwandler eine flexible und komprimierbare Silikon-Gel-Isolierung (13; 36) aufweist, welche ein Harz, einen Härter und einen Füllstoff umfasst, wobei das Harz mit Füllstoff und der Härter mit Füllstoff unter Vakuum getrennt vorgemischt werden.
 11. Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Messwandler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Harz, Härter und Füllstoff mit einem Mischer unter Vakuum gemischt, anschliessend in ein Gehäuse unter Vakuum eingefüllt und schliesslich unter Druck gesetzt werden.
- ### Claims
1. High voltage transducer, with an insulation and a duct, **characterised in that** the insulation comprises a flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36).
 2. High voltage transducer according to claim 1, **characterised in that** the high voltage transducer is a current transducer with a head insulation (13) against earth for the measurement of a current in a switch device and that the insulation comprises the flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36) between high voltage and earth.
 3. High voltage transducer according to claim 1, **characterised in that** the high voltage transducer is an inductive voltage transducer for the measurement of a primary voltage U_p between phase and earth or between phase and neutral in one, two and three phase systems, with a primary winding (31) and one or more secondary windings (35), and that the insulation between layer winding and housing (23b) comprises the flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36).
 4. High voltage transducer according to any one of the claims 1 to 3, **characterised in that** the flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36) comprises at least a resin and a hardener, e.g. WACKER SilGel® 612.
 5. High voltage transducer according to any one of the claims 1 to 4, **characterised in that** the flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36) comprises a compressible filler.
 6. High voltage transducer according to claim 5, **char-**

acterised in that the compressible filler comprises micro hollow spheres.

7. High voltage transducer according to claim 6, **characterised in that** the proportion of the micro hollow spheres in the insulation used is 20% to 50%, preferably 30% to 40%.
8. High voltage transducer according to claim 6 or 7, **characterised in that** the micro hollow spheres each have a thermoplastic cover, which is provided with a coating for bonding the micro hollow spheres with the silicon gel, and that the micro hollow spheres are filled inside with a gas, e.g. isobutane.
9. High voltage transducer according to any one of the claims 1 to 8, **characterised in that** the flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36) is compressible around 15% to 30% between -50°C and +60°C ambient temperature.
10. Method for the manufacture of a high voltage transducer with a duct, **characterised in that** the high voltage transducer has a flexible and compressible silicon gel insulation (13; 36), which comprises a resin, a hardener and a filler, wherein the resin is pre-mixed with filler and the hardener is pre-mixed with filler separately under vacuum.
11. Method for the manufacture of a high voltage transducer according to claim 10, **characterised in that** resin, hardener and filler are mixed with a mixer under vacuum, subsequently poured under vacuum into a housing and finally placed under pressure.

Revendications

1. Transducteur de mesure à haute tension comprenant une isolation et une traversée, **caractérisé en ce que** l'isolation comprend une isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone.
2. Transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transducteur de mesure à haute tension est un convertisseur de courant avec une isolation en tête (13) par rapport à la terre pour la mesure d'un courant dans une installation de commutation, et **en ce que** l'isolation entre la haute tension et la terre comprend l'isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone.
3. Transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transducteur de mesure à haute tension est un convertisseur de tension inductif pour la mesure d'une tension primaire Up entre la phase et la terre ou entre la phase et un conducteur neutre dans des systèmes monophasés, biphasés et triphasés, avec un enroulement primaire (31) et un ou plusieurs enroulements secondaires (35), et **en ce que** l'isolation entre enroulements et boîtier (23b) comprend l'isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone.
4. Transducteur de mesure à haute tension selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone comprend au moins une résine et un durcisseur, par exemple WACKER SilGel® 612.
5. Transducteur de mesure à haute tension selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** l'isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone comprend une matière de remplissage susceptible d'être comprimée.
6. Transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la matière de remplissage susceptible d'être comprimée comprend des microbilles creuses.
7. Transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** dans l'isolation employée, la part des microbilles creuses est de 20 % à 50 %, de préférence de 30 % à 40 %.
8. Transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** les microbilles creuses comprennent chacune une enveloppe thermoplastique qui est dotée d'un enduit pour la liaison des microbilles creuses avec le gel de silicone, et **en ce que** les microbilles creuses sont remplies à l'intérieur avec un gaz, par exemple isobutane.
9. Transducteur de mesure à haute tension selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** l'isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone est compressible de 15% à 30% dans une température environnante entre -50°C et +60°C.
10. Procédé pour la réalisation d'un transducteur de mesure à haute tension avec une traversée, **caractérisé en ce que** le transducteur de mesure à haute tension comprend une isolation flexible et susceptible d'être comprimée (13; 36) à base de gel de silicone, qui contient une résine, un durcisseur et une matière de remplissage, dans lequel la résine est mélangée avec la matière de remplissage et le durcisseur est mélangé avec la matière de remplissage.

sous vide, de façon séparée.

11. Procédé pour la réalisation d'un transducteur de mesure à haute tension selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'on mélange la résine, le durcisseur et la matière de remplissage avec un mélangeur sous vide, on les remplit ensuite dans un boîtier sous vide, et on les met enfin sous pression.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

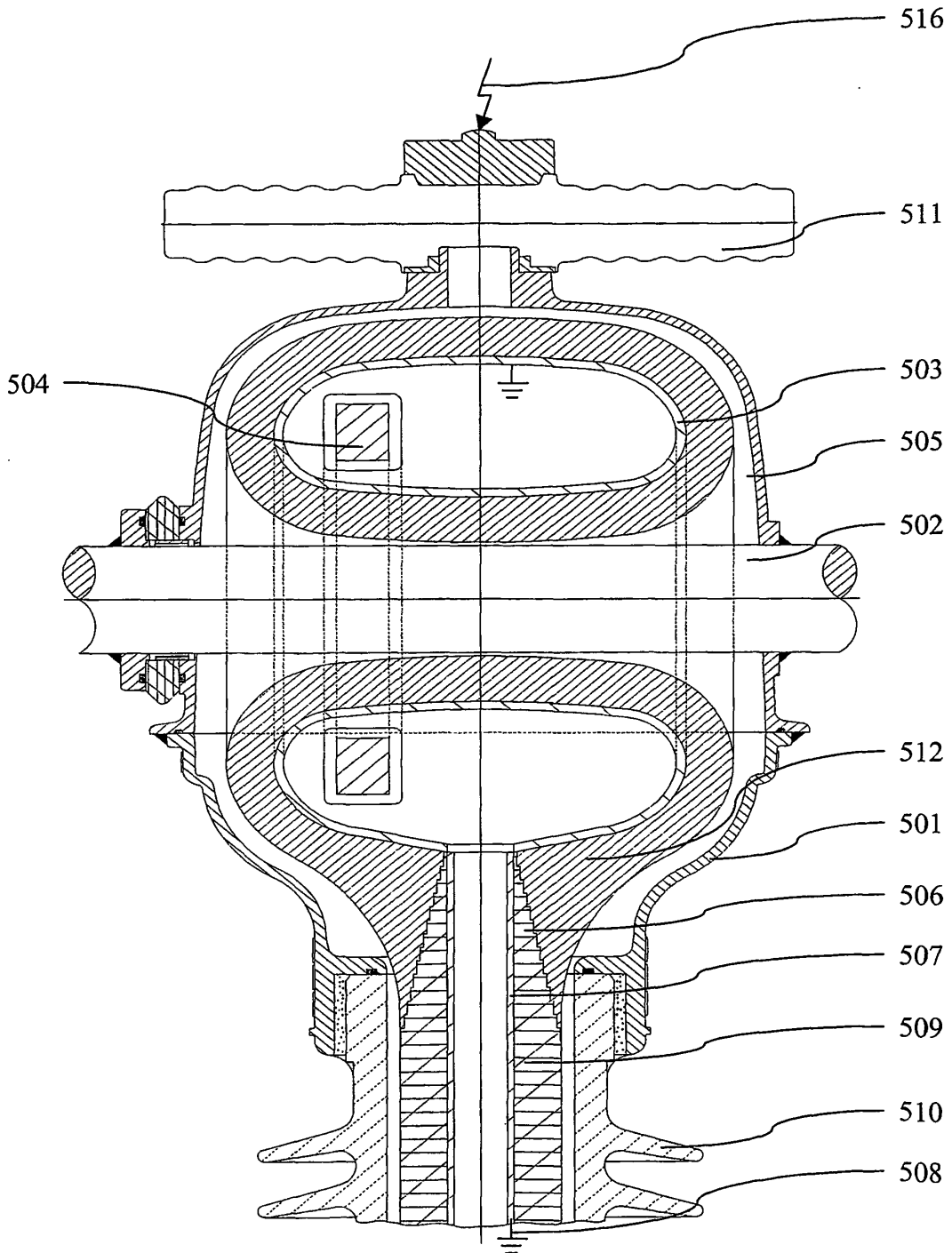


Fig. 1

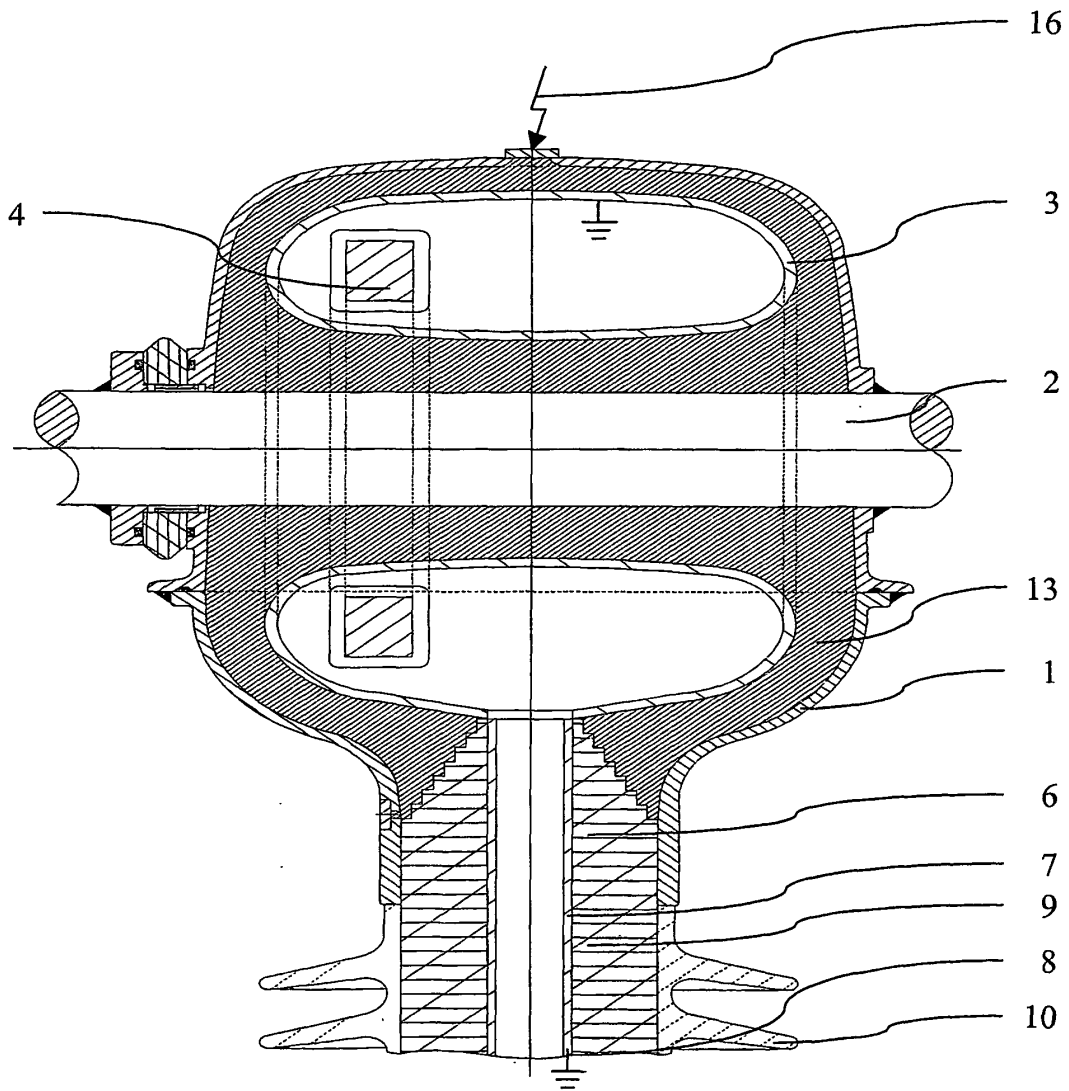


Fig. 3

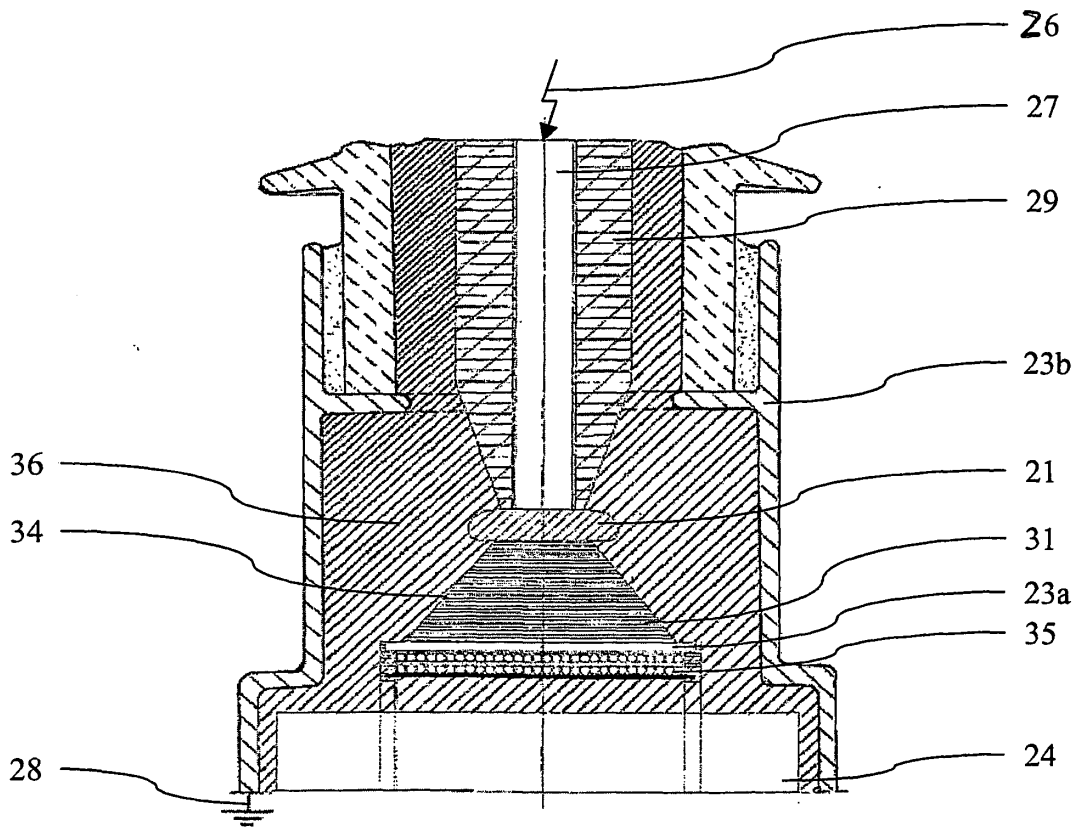


Fig. 4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 3525908 A [0003]