

(19)



(11)

EP 3 297 014 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(51) Int Cl.:
H01H 33/662^(2006.01) H01H 33/666^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16189608.9**

(22) Anmeldetag: **20.09.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

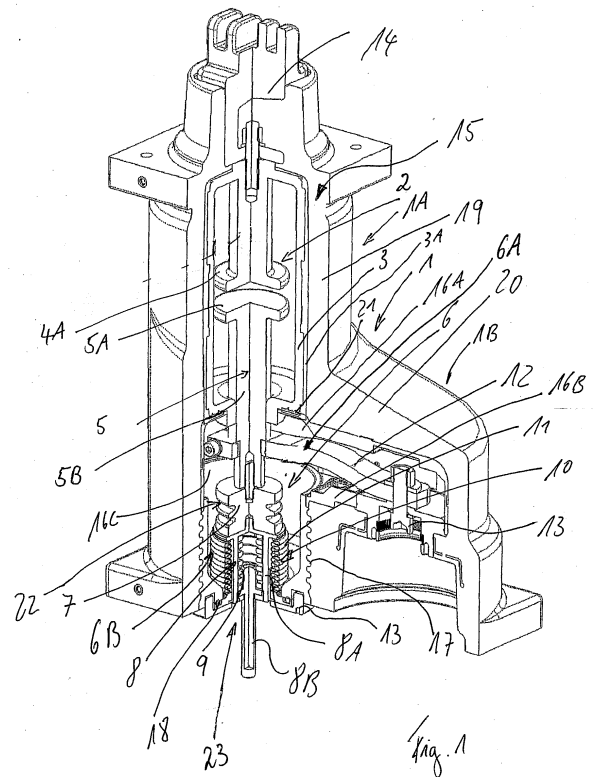
(71) Anmelder: **Rail Power Systems GmbH**
81373 München (DE)

(72) Erfinder: **Hillmann, Edenilson de Oliveira**
46236 Bottrop (DE)

(74) Vertreter: **Oppermann, Frank**
OANDO Oppermann & Oppermann LLP
Washingtonstrasse 75
65189 Wiesbaden (DE)

(54) **HOCHSPANNUNGS-SCHALTGERÄT UND SCHALTANLAGE MIT EINEM HOCHSPANNUNGS-SCHALTGERÄT UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HOCHSPANNUNGS-SCHALTGERÄTES**

(57) Die Erfindung betrifft ein Hochspannungs-Schaltgerät mit einer Vakuumkammer und eine Schaltanlage mit einem Hochspannungs-Schaltgerät. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Schaltgerätes mit einer Vakuumkammer. Das Hochspannungs-Schaltgerät weist ein Vergussgehäuse 1 aus einem Gießharz auf, das den Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 umschließt, die einen feststehenden Kontakt 4A und einen beweglichen Kontakt 5A aufweist, wobei zwischen der Innenwandung des Vergussgehäuses 1 und der Außenwandung des Gehäusekörpers 3 der Vakuumkammer 2 eine Zwischenschicht 3A vorgesehen ist. Das Hochspannungs-Schaltgerät zeichnet sich dadurch aus, dass diese Zwischenschicht eine Gießharzschicht 3A ist, wobei die Glasübergangstemperatur der Gießharzschicht zwischen 10 und 40 °C liegt. Bei einem derartigen Aufbau haben sich in Versuchen keine Risse in der Beschichtung oder Umhüllung des Gehäusekörpers der Vakuumkammer und keine äußeren Überschläge an dem Gehäusekörper gezeigt.



EP 3 297 014 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hochspannungs-Schaltgerät mit einer Vakuumkammer und eine Schaltanlage mit einem Hochspannungs-Schaltgerät. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Schaltgerätes mit einer Vakuumkammer.

[0002] In Netzwerken aus elektrischen Stromleitungen finden Schaltanlagen Verwendung, mit denen die elektrische Energie verteilt wird. Schaltanlagen verfügen über Schaltgeräte, die zwischen elektrischen Kontakten eine elektrisch leitende Verbindung herstellen oder trennen. In Hochspannungs- oder Mittelspannungsnetzen werden Hochspannungs-Schaltgeräte verwendet, die den elektrischen Anforderungen an die hohen Spannungen in Hochspannungs- oder Mittelspannungsnetzen genügen. Die Spannungen der Hochspannungsnetze liegen im Allgemeinen zwischen 60 und 52 kV und der Mittelspannungsnetze zwischen 1kV und 52 kV.

[0003] Es sind Hochspannungs-Schaltgeräte bekannt, die über eine Vakuumkammer verfügen, in der die elektrischen Kontakte angeordnet sind. Es sind aber auch Schaltgeräte bekannt, bei denen sich die elektrischen Kontakte in einer Gasatmosphäre aus Isoliergas, beispielsweise SF₆, befinden. Die Verwendung von Vakuumkammern bietet im Gegensatz zu mit Isoliergas gefüllten Kammern den Vorteil, dass Lastströme und Kurzschlussströme in einem relativ kleinen Volumen unterbrochen werden können, ohne dass die Gefahr der Emission heißer Schaltgase besteht. In luftisolierten Schaltgeräten wird eine besonders lange Isolationsstrecke benötigt, weshalb diese Schaltgeräte besonders viel Raum beanspruchen. Vakuumkammern werden in Schaltgeräten mit Leistungsschaltern, Erdungsschaltern, Trennschaltern oder Lasttrennschaltern eingesetzt.

[0004] Schaltgeräte mit Vakuumkammer sind beispielsweise aus der DE 31 12 776 A1 und DE 40 27 723 A1 bekannt. Die bekannten Vakuumkammern weisen einen Gehäusekörper auf, in dem ein unbeweglicher Schaltkontakt und ein beweglicher Schaltkontakt angeordnet sind.

[0005] Der bewegliche Schaltkontakt wird von einer Betätigungseinheit betätigt. Der Antrieb der Betätigungseinheit kann mit einer elektrischen Antriebseinheit erfolgen.

Zur Reduzierung der Baugröße der Hochspannungs-Schaltgeräte und somit der die Schaltgeräte aufweisenden Schaltanlagen wird die Vakuumkammer in eine Vergussform eingesetzt und mit einer Vergussmasse, beispielsweise Epoxidharz, vergossen, so dass die Vakuumkammer nach dem Aushärten der Vergussmasse von einem festen Vergussgehäuse umschlossen wird.

[0006] Wird das Hochspannungs-Schaltgerät im Betrieb von Strom durchflossen, so wird die Verlustleistung in Form von Wärme freigesetzt. Infolge der Wärme dehnen sich die Komponenten des Gehäusekörpers der Vakuumkammer, die aus keramischen oder metallischen

Materialien, beispielsweise Kupfer, bestehen können, stärker als das feste Vergussgehäuse aus. Dadurch können mechanische Spannungen und damit einhergehende feine Risse im festen Kunststoff-Verguss entstehen. Die Lebensdauer des Schaltgerätes kann somit erheblich reduziert werden. Darüber hinaus kann es zu unerwarteten Überschlägen kommen.

[0007] Aus diesem Grund werden im Stand der Technik Vakuumkammern in Hochspannungs-Schaltgeräten mit einer äußeren Silikonschicht versehen oder mit einem Schrumpfschlauch eingeschweißt. Die Beschichtung aus Silikon oder die Verwendung eines Schrumpfschlauches soll nicht nur die Entstehung von mechanischen Spannungen verhindern, sondern zusätzlich den Vorteil bieten, dass eine ausreichende Isolationsstrecke zwischen dem festen und dem beweglichen Schaltkontakt entlang der Außenseite der Vakuumkammer hergestellt wird. So sollen äußere Überschläge über die Vakuumkammer vermieden werden.

[0008] In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Beschichtung der Vakuumkammer vor allem bei höheren Spannungen, beispielsweise Spannungen ab 20 kV gegen Erde oder ab 36 kV verketteter Spannung, ein kritisches Element des Schaltgerätes ist. Versuche haben gezeigt, dass es auch bei mit Silikon beschichteten Vakuumkammern zu Überschlägen zwischen der Silikonbeschichtung und der Vakuumkammer kommen kann.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Gefahr von Überschlägen bei Hochspannungs-Schaltgeräten und Schaltanlagen mit Hochspannungs-Schaltgeräten zu verringern. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem sich ein Hochspannungs-Schaltgerät mit verbesserten elektrischen Eigenschaften herstellen lässt.

[0010] Die Lösung dieser Aufgaben erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche. Die abhängigen Ansprüche betreffen bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

[0011] Umfangreiche Untersuchungen an verschiedenen Hochspannungs-Schaltgeräten haben eine nicht ausreichende Haftung der Silikonschicht an dem Gehäusekörper der Vakuumkammer gezeigt. Es hat sich gezeigt, dass die unzureichende Haftung für die Entstehung von Überschlägen zwischen dem festen und beweglichen Schaltkontakt entlang des Gehäusekörpers der Vakuumkammer zwischen Silikonschicht und Gehäusekörper ursächlich ist.

[0012] Das erfindungsgemäße Hochspannungs-Schaltgerät weist ein Vergussgehäuse aus einem Gießharz auf, das den Gehäusekörper der Vakuumkammer umschließt, die einen feststehenden Kontakt, der ein Schalt- oder Trennkontakt sein kann, und einen beweglichen Kontakt, der ein Schalt- oder Trennkontakt sein kann, aufweist, wobei zwischen der Innenwandung des Vergussgehäuses und der Außenwandung des Gehäusekörpers der Vakuumkammer eine Zwischenschicht vorgesehen ist. Das Hochspannungs-Schaltgerät zeichnet sich dadurch aus, dass diese Zwischen-

schicht eine Gießharzschicht ist, wobei die Glasübergangstemperatur der Gießharzschicht zwischen 10 und 40 °C liegt. Vorzugsweise liegt die Glasübergangstemperatur der Gießharzschicht zwischen 20 und 30°C. Die Glasübergangstemperatur gibt einen Anhaltspunkt über die Formbeständigkeit des Kunststoffes bei Wärmeeinwirkung. Sie gibt die Temperatur an, bei der ein Kunststoff von einem flüssigen oder gummielastischen, flexiblen Zustand in einen glasigen oder hartelastischen, spröden Zustand übergeht. Die Beschichtung oder Umhüllung der Vakuumkammer hat eine größere Flexibilität als das feste Vergussgehäuse des Schaltgerätes. Bei einem derartigen Aufbau haben sich in Versuchen keine Risse in der Beschichtung oder Umhüllung des Gehäusekörpers gezeigt. Ferner wurden aufgrund der guten Haftung der Zwischenschicht mit der Vakuumkammer Überschläge zwischen dem festen und dem beweglichen Schaltkontakt entlang der Vakuumkammer verhindert.

[0013] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass der Elastizitätsmodul des Gießharzes der Gießharzschicht der Vakuumkammer kleiner als 1000 MPa ist. Vorzugsweise ist der Elastizitätsmodul der Gießharzschicht größer als 100 MPa, besonders bevorzugt größer als 500 MPa. Eine Gießharzschicht mit einer Zugfestigkeit kleiner als 20 MPa hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen. Das Gießharz ist vorzugsweise ein Epoxidharz.

[0014] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst das Hochspannungs-Schaltgerät einen Kunststoffkörper, der von dem Vergussgehäuse umschlossen wird. In dem Kunststoffkörper ist eine Betätigungseinheit für den beweglichen Kontakt der Vakuumkammer angeordnet. Der Gehäusekörper der Vakuumkammer ist vorzugsweise in einer in der Einbaulage des Schaltgerätes oberen Gehäusehälfte und der Kunststoffkörper ist in einer unteren Gehäusehälfte des Vergussgehäuses angeordnet.

[0015] Der Kunststoffkörper kann aus einem oder mehreren Kunststoffelementen bestehen, die miteinander verbunden sind. Vorteilhafterweise besteht der Kunststoffkörper aus mehreren Kunststoffelementen, die sich im Spritzgießverfahren einfach und kostengünstig herstellen und dann miteinander verbinden lassen. Einzelne Kunststoffelemente können ineinandergesteckt und/oder miteinander verklebt oder verschweißt werden. Mit dem Einsatz eines Kunststoffkörpers können nicht nur die elektrischen Eigenschaften des Schaltgerätes verbessert, sondern auch dessen Herstellung vereinfacht werden.

[0016] Bei einem Hochspannungs-Schaltgerät, bei dem ein derartiger Kunststoffkörper verwendet wird, erlaubt die Zwischenschicht eine sichere Abdichtung der Vakuumkammer gegenüber dem Kunststoffkörper, was für die Herstellung des Hochspannungs-Schaltgerätes von Vorteil ist, da beim Spritzgießen Gießharz nicht in einen Spalt zwischen Vakuumkammer und Kunststoffkörper gelangen kann.

[0017] Zur sicheren Abdichtung weist der Kunststoff-

körper bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform an der Oberseite Vorsprünge oder Schneidkanten auf, die in die flexible Gießharzschicht an der Unterseite der Vakuumkammer eingeschnitten sind.

5 **[0018]** Die erfindungsgemäße Schaltanlage weist ein oder mehrere erfindungsgemäße Schaltgeräte auf.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Hochspannungs-Schaltgerätes sieht vor, dass die Oberfläche des Gehäusekörpers der Vakuumkammer zur Erhöhung der Oberflächenrauheit bearbeitet wird, bevor eine Gießharzschicht auf die Außenwandung des Gehäusekörpers der Vakuumkammer aufgebracht wird. Die Oberfläche des Gehäusekörpers wird vorzugsweise derart bearbeitet, dass die Oberflächenrauheit größer als 20 µm ist, vorzugsweise zwischen 20 µm und 40 µm liegt. Dadurch ist eine optimale Haftung zwischen Gießharz und Gehäusekörper gegeben. Eine Bearbeitung der Oberfläche des Gehäusekörpers der Vakuumkammer mit Glaskugelperlen hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen. Die Oberfläche des Gehäusekörpers sollte auch entfettet werden.

[0020] Die Gießharzschicht kann mit dem im Stand der Technik bekannten Verfahren auf den Gehäusekörper der Vakuumkammer aufgebracht werden. Vorzugsweise wird die Gießharzschicht mit einem Druckgeliervfahren- oder Vakuumverfahren aufgebracht, so dass sich die Bildung von Luftblasen vermeiden lassen.

[0021] Nach dem Aufbringen der Gießharzschicht auf die Außenwandung des Gehäusekörpers der Vakuumkammer wird die Oberfläche der Gießharzschicht bearbeitet, um eine optimale Haftung mit dem Vergussgehäuse zu erzielen. Die Oberfläche der Gießharzschicht wird vorzugsweise derart bearbeitet, dass die Oberflächenrauheit größer als 90 µm ist, vorzugsweise zwischen 90 µm und 120 µm liegt. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, die Oberfläche der Gießharzschicht mit einem Korundstrahlverfahren zu bearbeiten. Ein derartiges Strahlverfahren gehört zum Stand der Technik. Die Oberfläche der Gießharzschicht sollte auch entfettet werden. Anschließend wird die Vakuumkammer in eine Vergussform eingesetzt. Für die Herstellung des Hochspannungs-Schaltgerätes kann eine Vergussform bereitgestellt werden, die in der Form und den Dimensionen der Kontur des Vergussgehäuses des Schaltgerätes entspricht. In die Vergussform kann auch der Kunststoffkörper eingesetzt werden. Daraufhin wird der Zwischenraum zwischen der Innenwandung der Vergussform und der Außenwandung der Vakuumkammer mit einem Gießharz vergossen. Dadurch wird das Vergussgehäuse geschaffen. In dem Kunststoffkörper kann ein Hohlraum zum Einbau der Betätigungseinheit für den beweglichen Schaltkontakt vorgesehen sein. Schließlich können noch weitere Baugruppen oder Bauteile des Hochspannungs-Schaltgerätes, beispielsweise die Betätigungseinheit oder mit dem feststehenden und beweglichen Schaltkontakt zu verbindende Leiterteile in den Vergusskörper bzw. den Kunststoffkörper eingesetzt werden.

[0022] Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der

Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

[0023] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hochspannungs-Schaltgerätes in teilweise geschnittener perspektivischer Darstellung,

Fig. 2 eine teilweise geschnittene perspektivische Darstellung der Vakuumkammer des erfindungsgemäßen Hochspannungs-Schaltgerätes und

Fig. 3 eine Explosionsdarstellung von weiteren Bauteilen des erfindungsgemäßen Hochspannungs-Schaltgerätes.

[0024] Fig. 1 zeigt die für die Erfindung wesentlichen Komponenten des Hochspannungs-Schaltgerätes, während Fig. 2 die Vakuumkammer des Schaltgerätes zeigt. Die einander entsprechenden Teile sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Vakuumkammer kann beispielsweise eine Vakuumschaltkammer zum Schalten von Lastströmen oder Kurzschlussströmen in einem Leistungsschalter oder eine Vakuumentrennkammer für einen Trennschalter oder Erdungsschalter oder kombinierten Schalter sein. Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf einen Leistungsschalter beschrieben.

[0025] Das Hochspannungs-Schaltgerät weist ein Vergussgehäuse 1 auf, das eine in der normalen Einbaulage obere Gehäusehälfte 1A und eine untere Gehäusehälfte 1B hat. In der oberen Gehäusehälfte 1A befindet sich eine Vakuumkammer 2 mit einem zylindrischen Gehäusekörper 3, der einen oberen, feststehenden Schaltkontakt 4A und einen unteren, beweglichen Schaltkontakt 5B aufnimmt. Der Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 kann aus mehreren Komponenten aus metallischen oder keramischen Materialien bestehen. Durch Schließen oder Öffnen der Kontakte 4A, 5A kann der Strompfad geschlossen oder unterbrochen, d. h. beispielsweise ein Laststrom geschaltet werden. In der unteren Gehäusehälfte 1B sitzt ein Kunststoffkörper 16, in dem eine Kammer 6 ausgebildet ist, in der eine Betätigungseinheit für den beweglichen Schaltkontakt angeordnet ist. Die Kammer 6 ist mit einer Isolationsflüssigkeit befüllt. Die Betätigungseinheit wird später noch im Einzelnen beschrieben.

[0026] Das im Spritzgießverfahren hergestellte Vergussgehäuse 1 des Hochspannungs-Schaltgerätes kann aus einem konventionellen Gießharz bestehen. Vorzugsweise besteht das Vergussgehäuse aus Epoxidharz. Das Gießharz hat eine Glasübergangstemperatur (T_g), die zwischen 80 und 120°C liegt. Die maximale Zugspannung des Gießharzes (Zugfestigkeit) ist größer als 60 MPa und die Bruchdehnung des Gießharzes (Zugfestigkeit) kleiner als 3%. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) des Gießharzes ist größer als 8000 MPa. Das Ver-

gussgehäuse ist ein fester Gehäusekörper.

[0027] In dem Zwischenraum zwischen der Außenwandung der Vakuumkammer 2 und der Innenwandung des festen Vergussgehäuses 1 befindet sich eine Zwischenschicht 3A aus einem Gießharz, das flexibler als das Gießharz des Vergussgehäuses 1 ist.

[0028] Das flexible Gießharz hat eine Glasübergangstemperatur (T_g), die zwischen 10 und 40°C liegt. Die maximale Zugspannung (Zugfestigkeit) des Gießharzes ist kleiner als 20 MPa und die Bruchdehnung (Zugfestigkeit) größer als 9%. Der Elastizitätsmodul (E-Modul) des Gießharzes ist kleiner als 1000 MPa. Vorzugsweise ist der Elastizitätsmodul des Gießharzes größer als 100 MPa, besonders bevorzugt größer als 500 MPa, insbesondere ca. 600 MPa. Als Gießharz hat sich das unter der Bezeichnung Araldite® (Huntsman Advanced Materials) bekannte Material, insbesondere Araldite® S-HCEP oder Araldite® CW 1491 / HW 1491, als besonders vorteilhaft erwiesen.

[0029] Zur Herstellung des Hochspannungs-Schaltgerätes wird auf den Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 eine Schicht aus dem oben genannten Material aufgebracht. Das Aufbringen der Gießharzschicht 3A kann mit den im Stand der Technik bekannten Verfahren erfolgen. Fig. 2 zeigt den Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 mit der äußeren Gießharzschicht 3A, die sich über die zylindrische Umfangsfläche und über die in der Einbaulage obere Seite und untere Seite des Gehäusekörpers der Vakuumkammer erstreckt.

[0030] Nachfolgend werden die Betätigungseinheit für den beweglichen Schaltkontakt sowie weitere Baugruppen und Bauteile des Hochspannungs-Schaltgerätes unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 im Einzelnen beschrieben.

[0031] Der in axialer Richtung der Vakuumkammer 2 verschiebbare Schaltkontakt 5A ist Bestandteil eines Schaltkontaktelementes 5, das einen Schaft 5B aufweist, der sich aus der Vakuumkammer 2 in die mit Isolationsflüssigkeit befüllte Kammer 6 erstreckt. Der Schaft 5B des beweglichen Schaltkontaktelementes 5 ist gegenüber dem Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 mit einer nicht dargestellten Dichtanordnung vakuumdicht abgedichtet. Das untere Ende des Schaftes 5B ist über einen Isolationskörper 7 mit einem Betätigungsorgan 8 verbunden, das sich aus der flüssigkeitsgefüllten Kammer 6 erstreckt. Durch Betätigung des Betätigungsorgans 8 kann das bewegliche Schaltkontaktelement 5 axial verschoben werden, so dass die Kontakte 4A, 5A geschlossen bzw. geöffnet werden.

[0032] Das Betätigungsorgan 8 weist ein oberes, hohlzylindrisches Teilstück 8A auf, das sich in der Kammer 6 befindet und ein unteres, stiftförmiges Teilstück 8B, das in dem Zylinderraum des oberen Teilstück längsverschiebbar geführt ist und sich aus der Kammer 6 erstreckt. Dabei stützt sich das obere Endstück des unteren Teilstücks 8B an einer Druckfeder 9 in dem Zylinderraum des oberen Teilstücks 8A ab. Wenn das untere Teilstück 8B verschoben wird, verschiebt sich auch das obere Teil-

stück 8A, so dass das bewegliche Schaltkontaktelement 5 axial verschoben wird. Die Druckfeder 9 dient der Dämpfung der Stöße bei der Betätigung des Betätigungsorgans 8. Der Antrieb des Betätigungsorgans 8 erfolgt mit einer nicht dargestellten Antriebsinheit, die das untere Teilstück 8B in axialer Richtung verschiebt.

[0033] Das Betätigungsorgan 8 ist gegenüber dem Vergussgehäuse 1 mit einer Dichtanordnung 10 flüssigkeitsdicht abgedichtet. Die Dichtanordnung 10 weist einen Faltenbalg 11 auf, der das obere Teilstück 8A des Betätigungsorgans 8 umschließt, wobei das obere Ende des Faltenbalges 11 flüssigkeitsdicht mit dem oberen Teilstück 8A des Betätigungsorgans 8 verbunden ist. Das untere Ende des Faltenbalges 11 ist gegenüber dem Vergussgehäuse 1 flüssigkeitsdicht abgedichtet. Der Faltenbalg 11 und das Betätigungsorgan 8 sind auf Erdpotential gelegt. An der Unterseite weist der Gehäusekörper 1 eine Öffnung 12 auf, die von einer Abdeckung 13 flüssigkeitsdicht verschlossen ist.

[0034] Die flüssigkeitsgefüllte Kammer 6 weist eine in der Einbaulage obere und untere Kammerhälfte 6A, 6B auf. In der oberen Kammerhälfte 6A befindet sich ein beweglicher Leiterteil 12, beispielsweise ein Kupferband, das an den Schaft 5B des beweglichen Schaltkontaktelements 5 angeschlossen ist. Der bewegliche Leiterteil 12 ist elektrisch mit weiteren den Strompfad bildenden Leiterteilen 13 verbunden, die aber nur teilweise dargestellt sind. Auch das feststehende Schaltkontaktelement 4 ist mit weiteren nur teilweise dargestellten Leiterteilen 14 verbunden, die ebenfalls in das Vergussgehäuse 1 eingesetzt oder auf das Vergussgehäuse aufgesetzt sind.

[0035] Der Kunststoffkörper 16 in der unteren Gehäusehälfte 1B des Vergussgehäuses 1 ist aus mehreren Kunststoffelementen 16A, 16B, 16C zusammengesetzt. Fig. 3 zeigt die Kunststoffelemente 16A, 16B, 16C in einer Explosionsdarstellung. Der Kunststoffkörper 16 weist in der oberen Kammerhälfte 6A ein oberes, schalenförmiges Kunststoffelement 16A und ein unteres, schalenförmiges Kunststoffelemente 16B auf, die den beweglichen Leiterteil 12 umschließen, und weist in der unteren Kammerhälfte 6B ein zylindrisches Kunststoffelement 16C auf, das den Faltenbalg 11 umschließt. Die Kunststoffelemente 16A, 16B, 16C sind derart ausgebildet, dass sie passend zusammengesetzt werden können. Sie werden dicht ineinander gesteckt und/oder miteinander verklebt oder verschweißt. Sämtliche Kunststoffelemente 16A, 16B, 16C haben abgerundete Ecken oder Kanten.

[0036] Die beiden Kunststoffelemente 16A, 16B in der oberen Kammerhälfte 6A bestehen aus einem elektrisch leitenden Kunststoff, beispielsweise kann der Kunststoff mit leitendem Kohlenstoff versetzt sein. Da diese Kunststoffelemente 16A, 16B das gleiche Potential wie der bewegliche Leiterteil 12 oder andere Leiterteile in der Kammer annehmen können, wird das elektrische Feld nach außen homogener.

[0037] Das Kunststoffelement 16C in der unteren Kammerhälfte 6B, das nicht aus einem leitenden Kunst-

stoff besteht, kann kein Potential führen. Dieses Kunststoffelement 6C dient zur sicheren Isolation spannungsführender Teile in der Kammer 6 gegenüber dem auf Erdpotential liegenden Betätigungsorgan 8. Zur Vergrößerung des Kriechweges weist das Kunststoffelement 16C an der Außenseite Lamellen 17 auf.

[0038] Die Abdeckung 13 des Vergussgehäuses 1, die die flüssigkeitsgefüllte Kammer 6 verschließt, ist gegenüber dem zylindrischen Kunststoffteil 16C mit einem zwischen Abdeckung und Kunststoffteil liegenden Dichtring 18 flüssigkeitsdicht abgedichtet.

[0039] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung des Hochspannungs-Schaltgerätes beschrieben.

[0040] Der Gehäusekörper 1 der Vakuumkammer 2 wird mit der oben beschriebenen flexiblen Gießharzschicht 3A versehen. Hierfür wird die Oberfläche des Gehäusekörpers 3 zunächst bearbeitet, um eine optimale Haftung mit dem Gehäusekörper 2 zu erzielen. Die Oberfläche wird beispielsweise mit Glaskugelperlen gestrahlt, so dass die Oberflächenrauheit größer als 20 μm ist, vorzugsweise zwischen 20 μm und 40 μm liegt, und die Oberfläche wird entfettet.

[0041] Anschließend wird der Gehäusekörper 1 der Vakuumkammer 2 in eine nicht dargestellte Vergussform eingesetzt, die aus zwei Formhälften bestehen kann, und in den Zwischenraum zwischen der Innenwandung der Formhälften und der Außenwandung des Gehäusekörpers 3 wird das Gießharz eingefüllt. Die Umhüllung oder Beschichtung des Gehäusekörpers 3 kann mit dem bekannten Druckgeliervorgang erfolgen. Der Einfülldruck sollte über 1 bar liegen. Typische Werte sind 3 bis 7 bar. So kann ein blasenfreier Verguss gewährleistet werden.

[0042] Nach dem Aushärten des Gießharzes und Abnehmen der Formhälften wird die Oberfläche der Umhüllung oder Beschichtung bearbeitet, um eine optimale Haftung mit dem Gießharz des festen Vergussgehäuses 1 zu erzielen. Die Oberfläche der Gießharzschicht wird derart bearbeitet, dass die Oberflächenrauheit größer als 90 μm ist, vorzugsweise zwischen 90 μm und 120 μm liegt. Die Oberflächenbearbeitung kann beispielsweise mit einem Korundstrahlverfahren erfolgen.

[0043] Für die Herstellung des Vergussgehäuses 1 des Schaltgerätes wird eine in den Figuren nicht dargestellte Vergussform verwendet, die derart ausgebildet ist, dass sie der Form und den Abmessungen des Vergussgehäuses 1 und der Form und den Abmessungen der mit der Gießharzschicht 3A versehenen Vakuumkammer 2 sowie der übrigen Bauteile des Schaltgerätes entspricht. In die obere Hälfte der Vergussform wird die Vakuumkammer 2 eingesetzt, wobei zwischen der Innenwandung der Vergussform und der Außenwandung der Vakuumkammer 2 ein Zwischenraum 19 verbleibt. In die untere Hälfte der Vergussform wird der Kunststoffkörper 16 eingesetzt, wobei auch zwischen der Wandung der Vergussform und dem Kunststoffkörper 16 ein Zwischenraum 20 verbleibt. Anschließend werden die Zwischenräume 19, 20 zwischen Vergussform und Vakuumkam-

mer bzw. Kunststoffkörper mit einem Vergussmaterial vergossen, das die oben beschriebenen Materialeigenschaften hat.

[0044] Das obere Kunststoffelement 16A in der oberen Kammerhälfte 6A weist am oberen Rand vorzugsweise mehrere ringförmige Vorsprünge oder Schneidkanten 21 auf, die beim Verpressen der Bauteile in die Beschichtung oder Umhüllung 3A des Gehäusekörpers 3 der Vakuumkammer 2 einschneiden, so dass die Vergussmasse für das Vergussgehäuse, die im flüssigen Zustand eine relativ hohe Viskosität hat, unter Druck nicht in einen Spalt zwischen dem Gehäusekörper 3 der Vakuumkammer 2 und dem Kunststoffkörper 16 eindringen kann.

[0045] Nach dem Aushärten der Vergussmasse werden der bewegliche Leiterteil 12, das Betätigungsorgan 8, der Isolationskörper 7 sowie die Dichtanordnung 10 und gegebenenfalls weitere Bauteile des Schaltgerätes in den von dem Kunststoffkörper 16 umschlossenen Hohlraum eingesetzt und der Hohlraum wird mit der Isolationsflüssigkeit befüllt. Daraufhin wird der Hohlraum durch Aufsetzen der Abdeckung 13 flüssigkeitsdicht verschlossen.

Patentansprüche

1. Hochspannungs-Schaltgerät mit einem Vergussgehäuse (1) aus einem Gießharz, das eine Vakuumkammer (2) umschließt, die einen Gehäusekörper (3) aufweist, in dem ein feststehender Kontakt (4A) und ein beweglicher Kontakt (5A) angeordnet sind, wobei zwischen der Innenwandung des Vergussgehäuses (1) und der Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Zwischenschicht (3A) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (3A) eine Gießharzschicht ist, wobei die Glasübergangstemperatur der Gießharzschicht zwischen 10 und 40 °C liegt.
2. Hochspannungs-Schaltgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Glasübergangstemperatur der Gießharzschicht (3A) zwischen 20 und 30°C liegt.
3. Hochspannungs-Schaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elastizitätsmodul der Gießharzschicht (3A) kleiner als 1000 MPa ist.
4. Hochspannungs-Schaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elastizitätsmodul der Gießharzschicht (3A) größer als 100 MPa, vorzugsweise größer als 500 MPa ist.
5. Hochspannungs-Schaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Zugfestigkeit der Gießharzschicht (3A) kleiner als 20 MPa ist.

6. Hochspannungs-Schaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gießharz ein Epoxidharz ist.
7. Hochspannungs-Schaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vergussgehäuse (1) einen Kunststoffkörper (16) umschließt, in dem eine Betätigungseinheit für den beweglichen Kontakt angeordnet ist, wobei der Gehäusekörper (3) der Vakuumkammer (2) in einer in der Einbaulage des Schaltgerätes oberen Gehäusehälfte (1A) und der Kunststoffkörper (16) in einer unteren Gehäusehälfte (1B) des Vergussgehäuses (1) angeordnet sind und der Kunststoffkörper (16) an der Oberseite Vorsprünge oder Schneidkanten (21) aufweist, die in die Gießharzschicht (3A) an der Unterseite des Kunststoffkörpers eingeschnitten sind.
8. Schaltanlage mit einem Hochspannungs-Schaltgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Verfahren zur Herstellung eines Hochspannungs-Schaltgerätes nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
 - Bearbeiten der Oberfläche des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer zur Erhöhung der Oberflächenrauheit,
 - Aufbringen einer Gießharzschicht (3A) auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2),
 - Bearbeiten der Oberfläche der Gießharzschicht (3A) zur Erhöhung der Oberflächenrauheit,
 - Einsetzen der Vakuumkammer (2) in eine Vergussform,
 - Vergießen des Zwischenraums zwischen der Innenwandung der Vergussform und der Außenwandung der Vakuumkammer (2) mit einem Gießharz, dessen Glasübergangstemperatur zwischen 10 und 40 °C liegt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Gießharzschicht (3A) aufgebracht wird, deren die Glasübergangstemperatur zwischen 10 und 40°C liegt.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Gießharzschicht (3A) aufgebracht wird, deren Elastizitätsmodul kleiner als 1000 MPa ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Gießharzschicht aufgebracht wird, deren Elastizitätsmodul größer als 100 MPa, vorzugsweise größer als 500 MPa ist. 5
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Gießharzschicht (3A) aufgebracht wird, deren Zugfestigkeit kleiner als 20 MPa ist. 10
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf die Außenwandung des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) eine Gießharzschicht (3A) aus Epoxidharz aufgebracht wird. 15
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießharzschicht (3A) auf den Gehäusekörper (3) der Vakuumkammer (2) mit einem Druckgeliervorgang aufgebracht wird. 20
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des Gehäusekörpers (3) der Vakuumkammer (2) derart bearbeitet wird, dass die Oberflächenrauheit größer als 20 μm ist, vorzugsweise zwischen 20 μm und 40 μm liegt, und/oder die Oberfläche der Gießharzschicht (3A) derart bearbeitet wird, dass die Oberflächenrauheit größer als 90 μm ist, vorzugsweise zwischen 90 μm und 120 μm liegt. 25

30

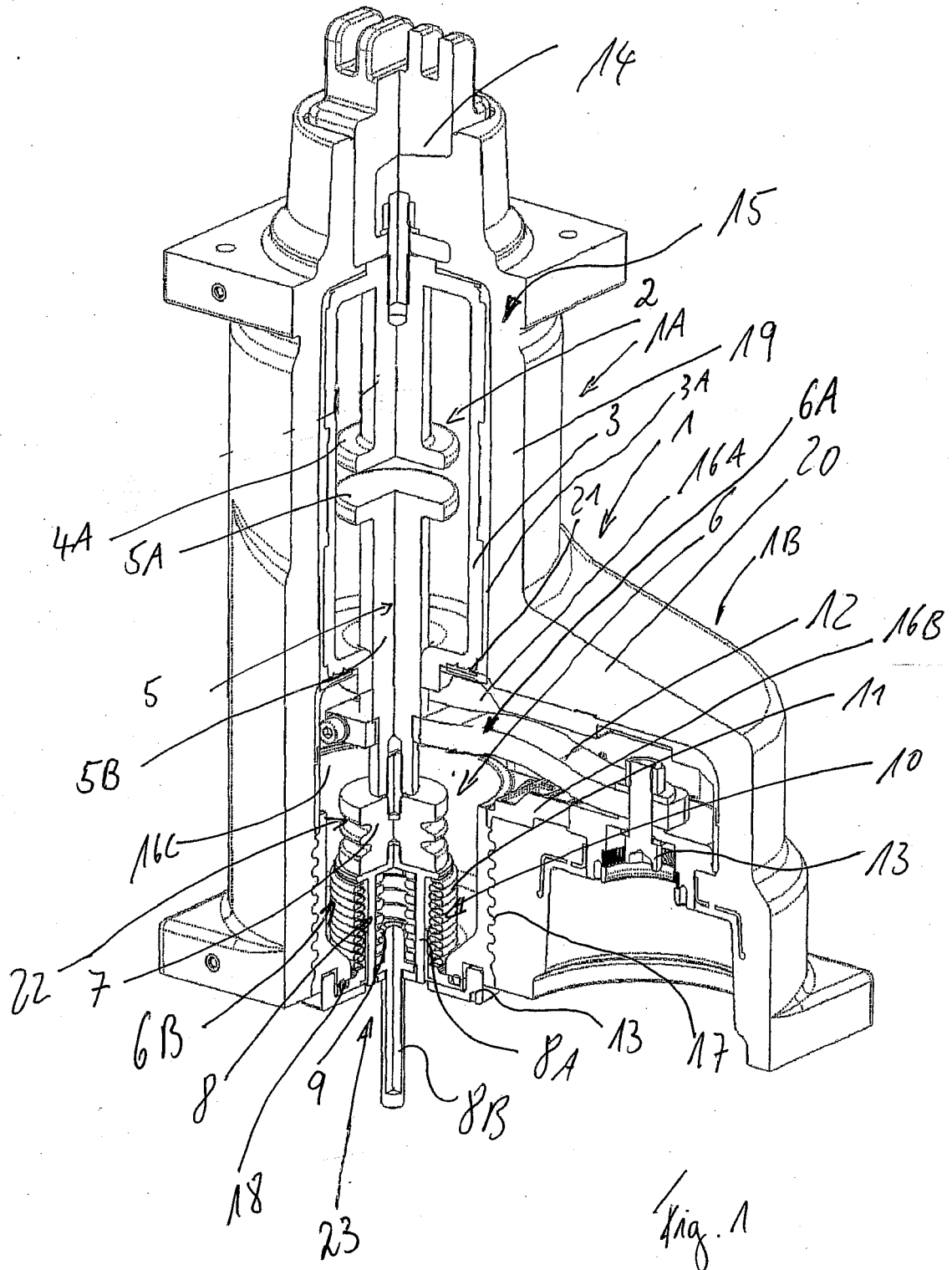
35

40

45

50

55



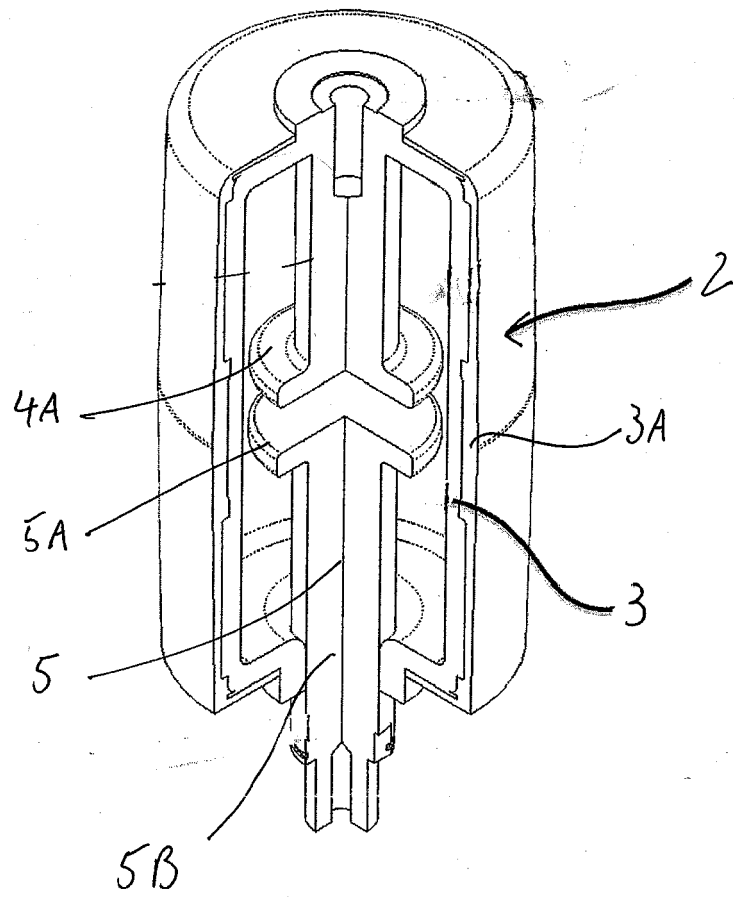


Fig. 2

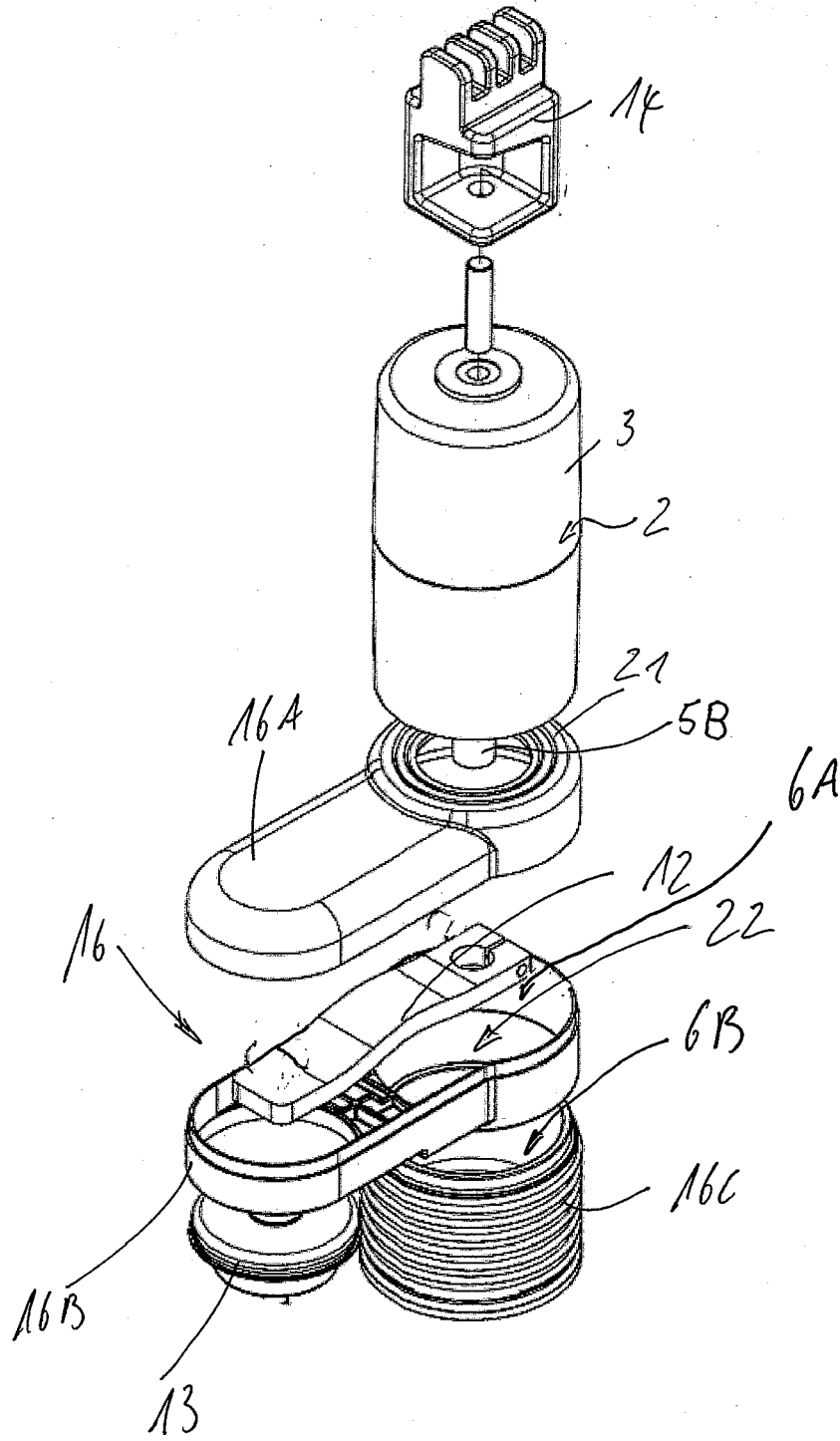


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 16 18 9608

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2015/024230 A1 (DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC [US]; CAO YEWEN [CN]; CHEN HUAN [CN]) 26. Februar 2015 (2015-02-26) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 *	1-16	INV. H01H33/662 ADD. H01H33/666
A	DE 10 2004 060274 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 29. Juni 2006 (2006-06-29) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-2 *	1-16	
A	JP H06 231661 A (TOSHIBA CORP) 19. August 1994 (1994-08-19) * das ganze Dokument *	1-16	
A	DE 10 2005 039555 A1 (ABB TECHNOLOGY LTD [CH]) 1. März 2007 (2007-03-01) * das ganze Dokument *	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. März 2017	Prüfer Rucha, Johannes
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 (P04C03)

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

EP 16 18 9608

5 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.

14-03-2017

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	WO 2015024230 A1	26-02-2015	CN 105518819 A EP 3036752 A1 JP 2016528362 A US 2016181027 A1 WO 2015024230 A1	20-04-2016 29-06-2016 15-09-2016 23-06-2016 26-02-2015
20	DE 102004060274 A1	29-06-2006	KEINE	
25	JP H06231661 A	19-08-1994	KEINE	
30	DE 102005039555 A1	01-03-2007	BR PI0615368 A2 CN 101268536 A DE 102005039555 A1 EP 1920451 A1 JP 4728396 B2 JP 2009505373 A KR 20080047359 A RU 2355063 C1 UA 91710 C2 US 2008142485 A1 WO 2007022931 A1	17-05-2011 17-09-2008 01-03-2007 14-05-2008 20-07-2011 05-02-2009 28-05-2008 10-05-2009 25-08-2010 19-06-2008 01-03-2007
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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

- DE 3112776 A1 [0004]
- DE 4027723 A1 [0004]