



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 029 756 B3** 2009.04.30

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 029 756.9**

(22) Anmeldetag: **25.06.2008**

(43) Offenlegungstag: –

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **30.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **C03B 20/00** (2006.01)

**C03B 19/01** (2006.01)

**C03B 37/018** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

**Heraeus Quarzglas GmbH & Co. KG, 63450 Hanau, DE**

(74) Vertreter:

**Staudt, A., Dipl.-Ing. Univ., Pat.-Anw., 63674 Altenstadt**

(72) Erfinder:

**Sowa, René, 06774 Pouch, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**US 41 57 906 A**

**US 43 62 545 A**

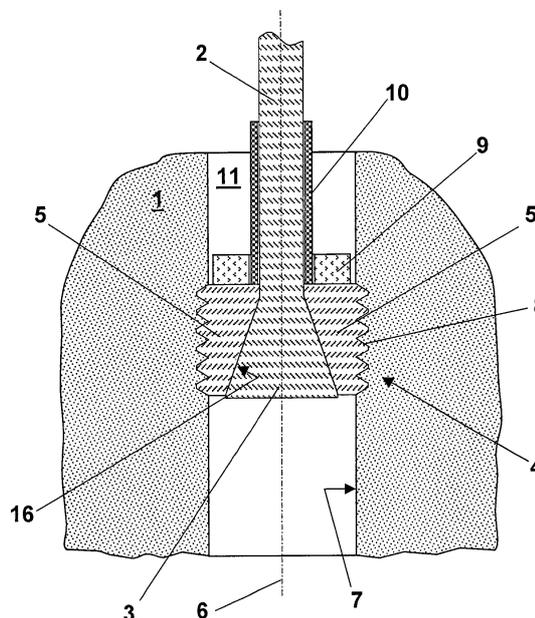
**EP 07 01 975 A2**

**DE 103 03 290 B3**

**DE 100 64 730 A1**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas sowie Haltevorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Ein bekanntes Verfahren zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas umfasst einen Soot-Abscheideprozess, bei dem  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf einem länglichen, um eine Rotationsachse rotierenden Träger unter Bildung eines porösen, hohlzylindrischen Sootkörpers abgeschieden werden, und einen Sinterprozess, bei dem der eine Innenbohrung mit Innenwandung, eine Längsachse, ein oberes und ein unteres Ende aufweisende Sootkörper in vertikaler Ausrichtung in einem Ofen hängend gehalten wird, wobei zur Halterung ein vom oberen Ende in die Innenbohrung des Sootkörpers hineinragendes Halteelement vorgesehen ist, das an einem in der Innenbohrung vorgesehenen Lager angreift. Um hiervon ausgehend ein Verfahren anzugeben, mittels dem auch schwere Körper aus porösem  $\text{SiO}_2$  mit kleinem Innendurchmesser beim Sintern sicher gehalten werden können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass das Lager als Spreizlager mit mindestens einem gegen die Innenwandung der Innenbohrung beweglichen Spreizelement versehen ist, das unter Einwirkung des Halteelements eine Bewegung mit einer Bewegungskomponente in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse ausführt und gegen die Innenwandung gepresst wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas, umfassend einen Soot-Abscheideprozess, bei dem  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf einem länglichen, um eine Rotationsachse rotierenden Träger unter Bildung eines porösen, hohlzylindrischen Sootkörpers abgeschieden werden, und einen Sinterprozess, bei dem eine Innenbohrung mit Innenwandung, eine Längsachse, ein oberes und ein unteres Ende aufweisende Sootkörper in vertikaler Ausrichtung in einem Ofen hängend gehalten wird, wobei zur Halterung ein vom oberen Ende in die Innenbohrung des Sootkörpers hineinragendes Halteelement vorgesehen ist, das an einem in der Innenbohrung vorgesehenen Lager angreift.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung eine Haltevorrichtung zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas durch Sintern eines rohrförmigen, eine Innenbohrung mit Innenwandung, eine Längsachse, ein oberes und ein unteres Ende aufweisenden Sootkörpers gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein Halteelement, das an einem in der Innenbohrung vorgesehenen Lager angreift.

## Stand der Technik

**[0003]** Hohlzylinder oder Rohre aus synthetischem Quarzglas werden als Zwischenprodukte für eine Vielzahl von Bauteilen für die optische und für die chemische Industrie und insbesondere für die Herstellung von Vorformen für optische Fasern und für die Weiterverarbeitung zu Linsenrohlingen für die Mikrolithographie verwendet.

**[0004]** Beim sogenannten „Sootverfahren“ umfasst die Herstellung des Zwischenprodukts einen Abscheideprozess von  $\text{SiO}_2$ , bei dem ein poröser Rohling aus  $\text{SiO}_2$ -Partikeln gebildet wird (hier als „Sootkörper“ oder als „Sootrohr“ bezeichnet), der anschließend zu einem Quarzglaszylinder gesintert wird.

**[0005]** Das Sintern eines Sootrohres (auch als „Verglasen“ bezeichnet) kann so geführt werden, dass gleichzeitig die Sootrohr-Innenbohrung vollständig kollabiert, so dass ein Vollzylinder erhalten wird. Beispielsweise ist in der US 4,157,906 A ein Verfahren offenbart, bei dem ein  $\text{SiO}_2$ -Sootrohr in einem Verfahrensschritt gesintert, die Innenbohrung dabei kollabiert und gleichzeitig zu einer Faser elongiert wird. Zur Halterung des  $\text{SiO}_2$ -Sootrohres in einem Zieh- und Verglasungssofen in vertikaler Ausrichtung wird in die Innenbohrung des Sootrohres ein ca. 50 mm langes Rohrstück aus Quarzglas eingesetzt, dessen Außendurchmesser in etwa dem Innendurchmesser der Innenbohrung entspricht, und das an seinem zur Einführung in die Innenbohrung bestimmten Ende ho-

ckerartige Verdickungen aufweist. Zur Verankerung des Quarzglasrohres werden die hockerartigen Verdickungen in der Innenbohrung um ca. 90 Grad verdreht, so dass eine einem Bajonettverschluss ähnliche, formschlüssige Verbindung entsteht. Das Sootrohr wird an dem eingedrehten Halter an seinem oberen Ende hängend gehalten und mit seinem unteren Ende beginnend einer Heizzone zugeführt und darin zonenweise erweicht und zu einer Faser elongiert.

**[0006]** Beim Eindrehen des Rohrstücks in die Wandung des Sootrohres werden Partikel generiert, die sich auf der Sootrohr-Innenwandung ablagern und sich im weiteren Prozess ungünstig bemerkbar machen können. Außerdem kann es zu Ausbrüchen und Rissen kommen, die das Sootrohr unbrauchbar machen oder die später zu einem Ausbrechen des Halters führen können.

**[0007]** Es ist auch vorgeschlagen worden, während des Abscheideprozesses, bei dem der Sootkörper auf einem um seine Längsachse rotierenden Träger abgeschieden wird, einen Halter aus Quarzglas in den sich aufbauenden Sootkörper einzubetten. Der Halter weist an seinem in den Sootkörper hineinragenden Ende einen umlaufenden Kragen auf, der zu einer formschlüssigen Verbindung mit Sootkörper führt, und das aus dem Sootkörper herausragende Ende ist zur hängenden Halterung des Sootkörpers bei nachfolgenden Prozessschritten verwendbar. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der US 4,362,545 A bekannt.

**[0008]** Da sich der Trägers beim Abscheideprozess bewegt (Rotation) kann ein vorhandenes mechanisches Spielfeld zwischen Träger und einzubettendem Halter dazu führen, dass der Spalt zwischen Träger und Halter durch die Sootschicht nicht überbrückt werden kann oder dass sie wieder aufreißt, so dass der Halter unzureichend im Sootkörper eingebettet ist. Die Einbettung des Halters ist daher schwierig zu reproduzieren und die Festigkeit der Verbindung kaum überprüfbar.

**[0009]** Grundsätzlich ist auch zu beachten, dass im Zuge der Produktivitätssteigerung zunehmend größere Quarzglaszylinder nachgefragt werden, so dass auch die Gewichte der zu sinternden Sootrohres laufend zunehmen. Mit den oben beschriebenen Verfahrenswegen ist eine verlässliche Halterung schwerer Sootrohre problematisch.

**[0010]** Bei dem der EP 701 975 A2 bekannten Verfahren wird das Sootrohr in einen Verglasungssofen eingebracht und darin in vertikaler Orientierung mittels einer Haltevorrichtung gehalten, die einen Haltestab umfasst, der sich von oben durch die Innenbohrung des Sootrohres erstreckt und der mit einem Haltefuß verbunden ist, auf dem das Sootrohr anfangs mit seinem unteren Ende aufsteht. Der Haltes-

tab besteht aus kohlefaserverstärktem Grafit (CFC; carbon fiber reinforced carbon) und er ist von einem gasdurchlässigen, dünnwandigen Hüllrohr aus reinem Grafit umhüllt. In einer Position oberhalb des oberen Endes des Hüllrohres ist in die Innenbohrung des Sootrohres ein Grafittragring eingebettet, der nach Innen herausragt.

**[0011]** Beim Sintern wird das Sootrohr mit seinem oberen Ende beginnend zonenweise verglast. Dabei kollabiert das Sootrohr sukzessive auf das Grafit-Hüllrohr auf und schrumpft auch in seiner Länge, wobei es in einer ersten Sinterphase auf dem Haltefuß aufsteht. Die Position des im Sootrohr eingebetteten Grafittragrings ist so gewählt, dass sich dieser in einer zweiten Sinterphase infolge der zunehmenden Längenschrumpfung auf dem Grafit-Hüllrohr abstützt, so dass dann das Sootrohr am oberen Ende hängend gehalten wird. Beim Aufschrumpfen des Sootrohres auf das Grafit-Hüllrohr können im Grafit vorhandene Verunreinigungen – insbesondere metallische Verunreinigungen – gelöst und in das Quarzglas des Sootrohres eingetragen werden. Infolge des Kontaktes mit dem Hüllrohr weist der so erzeugte Hohlzylinder zudem eine rauhe Innenoberfläche mit eingebackenen Grafitpartikeln auf. Nach dem Sintern wird das Hüllrohr entfernt, und die Innenbohrung des erhaltenen Quarzglasrohres wird durch Bohren, Schleifen, Honen oder Ätzen nachbearbeitet.

**[0012]** Dieses Verfahren ist zeitaufwendig, es kommt zu Materialverlusten und zu Verunreinigungen durch das Grafitgestänge.

**[0013]** Zur Verminderung der Grafitkontaktflächen ist bei einer Abwandlung dieses Verfahrens gemäß der DE 103 03 290 B3 zwischen dem Haltestab und dem sinternden Sootrohr eine Hülse aus synthetischem Quarzglas vorgesehen. Die Herstellung dieser Hülse ist mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden und sie ist oder wird Bestandteil des gesinterten Quarzglasrohres. Über die Gasphase transportierte Verunreinigungen durch Grafitgestänge und unerwünschte Veränderungen der Ofenatmosphäre durch die reduzierende Wirkung des Grafits können aber nicht verhindert werden.

**[0014]** Diese Nachteile vermeidet das Verfahren gemäß der DE 100 64 730 A1 aus der auch eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattung bekannt ist. Dabei werden  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf einem länglichen, um seine Längsachse rotierenden Träger abgeschossen, der über seine Länge eine Abstufung seines Außendurchmessers aufweist. Nach Entnahme des abgestuften Trägers wird ein poröser, hohlzylindrischer Sootkörper erhalten, dessen Innenbohrung eine dem Träger-Durchmesserprofil entsprechende Komplementärform aufweist, das heißt, sie hat über eine längere Teillänge einen größeren Innendurchmesser und über eine kürzere Teillänge einen kleineren In-

nendurchmesser und dazwischen einen stufenförmigen Absatz. Der so erhaltene Sootkörper wird in vertikaler Ausrichtung in einem Ofen hängend verglast, wobei der verengte Bereich der Innenbohrung oben angeordnet ist und ein von oben in die Innenbohrung hineinragender Haltestab den stufenförmigen Absatz untergreift.

**[0015]** Die verlässliche Halterung eines schweren Sootkörpers erfordert einen relativ breiten Absatz der Innenbohrung, was durch einen dementsprechend großen Absatz beim Träger-Durchmesserprofil erreichbar ist. Der große Absatz erfordert zwangsläufig einen großen Außendurchmesser des Trägers. Aus Gründen einer hohen Produktivität werden jedoch Sootkörper mit möglichst kleiner Innenbohrung angestrebt. Diese erfordern den Einsatz eines möglichst dünnen Trägers bei der Sootkörperherstellung.

**[0016]** Ähnliche Problemstellungen ergeben sich auch beim Sintern anderer Körper aus porösem  $\text{SiO}_2$ , die nicht über die  $\text{SiO}_2$ -Soot-Verfahrensroute erzeugt worden sind, etwa bei porösen  $\text{SiO}_2$ -Körpern, die über die bekannte Sol-Gel-Route oder durch Pressverfahren erhalten worden sind.

#### Technische Aufgabenstellung

**[0017]** Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Verfahren dahingehend zu verbessern, dass auch schwere Körper aus porösem  $\text{SiO}_2$  mit kleinem Innendurchmesser beim Sintern sicher gehalten werden können.

**[0018]** Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine konstruktiv einfache und betriebssichere Haltevorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bereitzustellen.

**[0019]** Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Aufgabe ausgehend von dem eingangs genannten Verfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Lager als Spreizlager mit mindestens einem gegen die Innenwandung der Innenbohrung beweglichen Spreizelement versehen ist, das unter Einwirkung des Halteelements eine Bewegung mit einer Bewegungskomponente in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse ausführt und gegen die Innenwandung gepresst wird.

**[0020]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren ist zur Sootkörper-Halterung beim Sintern eine Haltevorrichtung vorgesehen, die ein Spreizlager und ein Halteelement umfasst. Zur hängenden Halterung des Sootkörpers greift das Halteelement am Spreizlager an, das im oberen Bereich der Innenbohrung des Sootkörpers angeordnet wird. Es verfügt über ein bewegliches Spreizelement, das mit dem Halteelement derart zusammenwirkt, dass es infolge dieser Einwirkung eine Bewegung gegen die Innenwandung der

Innenbohrung ausführt. Durch diese Bewegung wird das Spreizelement gegen die Innenwandung gepresst oder sogar ein kurzes Stück in die Innenwandung hinein getrieben. Die Bewegung gegen die Innenwandung wird durch den Widerstand infolge der Anlage des Spreizelements an der Innenwandung oder in der Sootkörper-Wandung gestoppt. Auf diese Weise ergibt sich zwischen dem Spreizlager und dem Sootkörper eine reibschlüssige oder eine formschlüssige Verbindung, die zu einer besonders sicheren und reproduzierbaren Halterung des Sootkörpers führt, und zwar auch ohne Bearbeitung oder spezielle geometrische Gestaltung der Innenbohrung.

**[0021]** Es ist nicht erforderlich, dass das Halteelement und das Spreizlager aus Grafit bestehen. Dein besonderer Vorteil der Haltevorrichtung liegt darin, dass sie ganz oder im Wesentlichen ohne den Einsatz von Graphitteilen in der Innenbohrung auskommt, so dass Verunreinigungen wie sie aus dem Graphitgestänge bei dem bekannten Verfahren in den Sootkörper gelangen können, vermieden werden. Die Haltevorrichtung wird beim Verglasen des  $\text{SiO}_2$ -Körpers oder bei anderen Prozessschritten, wie der Dehydratation, einem Dotierprozess oder für den Transport des  $\text{SiO}_2$ -Körpers eingesetzt. Sie kann aber auch zur Führung eines mit seiner unteren Stirnseite auf einem Podest aufstehenden, vertikal orientierten Sootkörpers beitragen oder durch Fixierung des oberen, gehaltenen Sootkörper-Endes einem Zusammensacken des Sootkörpers beim Sintern entgegenwirken.

**[0022]** Vorzugsweise weist das Halteelement mindestens eine das Spreizelement untergreifende, untere Gleitfläche auf, die in einem Keilwinkel zur Längsachse – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung verläuft.

**[0023]** Die (untere) Gleitfläche verläuft von oben nach unten gesehen schräg zur Längsachse und sie wirkt mit dem Spreizelement in der Art zusammen, dass sie das Spreizelement untergreift. Die Schräge führt beim Hochziehen des Halteelements zu der gewünschten Bewegung des Spreizelement in Richtung auf die Innenwandung, wenn gleichzeitig ein Hochziehen des Spreizelement unterbunden wird, beispielsweise durch eine Gegenkraft von oben oder durch eine bereits vorhandene Reibkraft zwischen dem Spreizelement und der Innenwandung. Die Aufwärtsbewegung des Halteelements und die damit einhergehende Seitwärtsbewegung des Spreizelements führen somit zu einer Klemmverbindung zwischen Spreizlager und Sootkörper. Die Gleitfläche soll beim Hochziehen des Halteelements ein Gleiten des Spreizelements ermöglichen. Im einfachsten Fall ist die Oberfläche der Gleitfläche daher glatt. Zur Verminderung der Haftreibung zum Spreizelement kann sie aber auch gewellt, geriffelt, geschlitzt, abgestuft und dergleichen ausgebildet sein, solange die auf ihr anliegende Kontaktfläche des Spreizelements darauf

gleiten kann.

**[0024]** Die untere Gleitfläche kann als keilförmige, schräge Fläche an einer Seite des Halteelements vorgesehen sein oder sie kann sich aus mehreren um die Längsachse verteilten Keilflächen zusammensetzen. Im einfachsten und daher besonders bevorzugten Fall ist die untere Gleitfläche als Außenkonus des Halteelements ausgebildet.

**[0025]** Das untere Ende des Halteelements ist hierbei als Außenkonus ausgebildet, der das Spreizelement untergreift.

**[0026]** In dem Zusammenhang hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das mindestens eine Spreizelement eine mit der unteren Gleitfläche zusammenwirkende obere Gleitfläche aufweist, die im Keilwinkel – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung verläuft.

**[0027]** Das Spreizelement weist hierbei eine obere Gleitfläche auf, die im selben schrägen Winkel zur Längsachse verläuft wie die untere Gleitfläche des Halteelements. Beim Hochziehen des Halteelements gleiten obere und untere Gleitfläche aufeinander und bewirken dadurch eine Seitwärtsbewegung des Spreizelements und die Klemmverbindung zwischen Sootkörper und Spreizlager.

**[0028]** Es hat sich bewährt, wenn mehrere bewegliche Spreizelemente vorgesehen sind, deren obere Gleitflächen einen nach unten offenen Innenkonus des Spreizlagers bilden.

**[0029]** Die Spreizelemente sind dabei als Ringsegmente ausgebildet, die zusammen einen geschlossenen Ring bilden und dabei einen Innenkonus des Spreizlagers umschließen. Diese werden unter Einwirkung des Halteelements auseinander bewegt und dabei gegen die Innenwandung gedrückt. Dies ermöglicht eine symmetrische Anordnung der Ringsegmente um die Längsachse. Im einfachsten Fall sind zwei gegenüberliegende, halbschalenförmige Ringsegmente vorgesehen. Jedes der Ringsegmente weist eine Gleitfläche auf, die einen Abschnitt eines nach unten offenen Innenkonus bildet, und mit der es auf der unteren Gleitfläche des Halteelements gleitend aufliegt.

**[0030]** Die von unten in den Innenkonus ragende untere Gleitfläche des Halteelements dient dabei quasi als Spreizkeil, der die Spreizelemente beim Hochziehen der unteren Gleitfläche (des Halteelements) gegen die Innenwandung presst, so dass sich diese im Zusammenspiel mit der Gewichtskraft des Sootkörpers in dessen Innenwandung verklemmen.

**[0031]** Vorzugsweise beträgt der Keilwinkel zwischen 60 und 80 Grad, vorzugsweise um 60 Grad.

**[0032]** Bei einem Keilwinkel in diesem Bereich ergibt sich beim Hochziehen des Halteelements eine im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse gerichtete Kraft in Richtung der Innenwandung und damit eine optimale Klemmwirkung zwischen Spreizlager und Sootkörper.

**[0033]** Es hat sich außerdem als günstig erwiesen, wenn das mindestens eine Spreizelement eine Reibfläche aufweist, die sich parallel zur Innenwandung erstreckt und die bei der Bewegung in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse gegen die Innenwandung gepresst wird.

**[0034]** Die Reibfläche des Spreizelements bewirkt eine höhere Reibung mit der Innenwandung des Sootkörpers oder einen verstärkten Formschluss und trägt so zur Festigkeit der Verbindung von Sootkörper und Spreizlager bei.

**[0035]** Bei einer bevorzugten Verfahrensvariante ist vorgesehen, dass das Spreizlager eine Oberseite aufweist, auf der ein Ringelement aus Quarzglas aufliegt, das einen Außendurchmesser aufweist, der um maximal 10 mm kleiner ist als der Innendurchmesser der Innenbohrung.

**[0036]** Der Außendurchmesser des Ringelements ist an den Innendurchmesser der Innenbohrung angepasst. Beim Sintern des Sootkörpers kollabiert die Innenbohrung ein wenig, so dass die Innenwandung auf das Ringelement allseitig von Außen aufschumpft. Dies bewirkt einen Formschluss zum Spreizlager und führt zu einer besseren Zentrierung desselben. Das Ringelement weist vorzugsweise eine ebene Oberseite auf, so dass es zusätzlich eine Kante bildet, an der sich der verglaste und aufschumpfende Sootkörper aufhängen kann.

**[0037]** Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, wenn das Halteelement mit einem Längenabschnitt in die Innenbohrung hineinragt und dass mindestens ein Teil dieses Längenabschnitts von einer Schutzhülse, vorzugsweise aus Quarzglas, umgeben ist.

**[0038]** Die Schutzhülse dient zur Abschirmung des Halteelements gegenüber der Heizzone und vermindert das Risiko eines Erweichens und einer Verformung beim Sintern des Sootkörpers. Das Halteelement kann beispielsweise aus Graphit, CFC, SiC oder  $Al_2O_3$  bestehen. Im Hinblick auf einen möglichst geringen Eintrag an Verunreinigungen bestehen das Spreizlager und das Halteelement jedoch vorzugsweise aus Quarzglas, besonders bevorzugt aus synthetischem Quarzglas, und somit aus einem – in Bezug auf das Material des Sootkörpers – arteigenen Material.

**[0039]** Im einfachsten Fall führt das Spreizelement die Bewegung mit Bewegungskomponente in Rich-

tung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse unter Einwirkung des Halteelements und der Gewichtskraft des Sootkörpers aus.

**[0040]** Die die Bewegung des Spreizelements hervorrufoende Kraft resultiert dabei aus der Gewichtskraft des hängenden Sootkörpers oder diese trägt zur Bewegung des Spreizelements zumindest wesentlich bei. Diese Kraft wird über das Halteelement auf das Spreizelement übertragen.

**[0041]** Hinsichtlich der Vorrichtung wird die oben angegebene Aufgabe ausgehend von einer Vorrichtung mit den Merkmalen der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Lager als Spreizlager mit mindestens einem gegen die Innenwandung der Innenbohrung beweglichen Spreizelement versehen ist, das unter Einwirkung des Halteelements gegen die Innenwandung pressbar gelagert ist.

**[0042]** Die erfindungsgemäße, Haltevorrichtung umfasst ein Spreizlager und ein Halteelement, das zur hängenden Halterung des Sootkörpers am Spreizlager angreift.

**[0043]** Das Spreizlager verfügt über mindestens ein bewegliches Spreizelement, das mit dem Halteelement derart zusammenwirkt, dass es infolge dieser Einwirkung eine Bewegung gegen die Innenwandung der Innenbohrung ausführt und dadurch gegen die Innenwandung gepresst oder sogar ein kurzes Stück in diese hinein getrieben wird. Auf diese Weise ergibt sich zwischen dem Spreizlager und dem Sootkörper eine reibschlüssige oder eine formschlüssige Verbindung, die zu einer besonders sicheren und reproduzierbaren Halterung des Sootkörpers führt.

**[0044]** Die erfindungsgemäße Haltevorrichtung kommt ganz oder im Wesentlichen ohne den Einsatz von Graphitteilen in der Innenbohrung aus, so dass Verunreinigungen wie sie aus dem Graphitgestänge bei dem bekannten Verfahren in den Sootkörper gelangen können, vermieden werden.

**[0045]** Die Haltevorrichtung wird beim Verglasen des  $SiO_2$ -Körpers oder bei anderen Prozessschritten, wie der Dehydratation, einem Dotierprozess oder für den Transport des  $SiO_2$ -Körpers eingesetzt.

**[0046]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Soweit in den Unteransprüchen angegebene Ausgestaltungen der Vorrichtung den in Unteransprüchen zum erfindungsgemäßen Verfahren genannten Verfahrensweisen nachgebildet sind, wird zur ergänzenden Erläuterung auf die obigen Ausführungen zu den entsprechenden Verfahrensansprüchen verwiesen.

## Ausführungsbeispiel

[0047] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt in schematischer Darstellung

[0048] [Fig. 1](#) eine erste Ausführungsform der Haltevorrichtung gemäß der Erfindung, und

[0049] [Fig. 2](#) eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Haltevorrichtung.

[0050] Die Haltevorrichtung gemäß [Fig. 1](#) dient zur Halterung und zum Transport eines rohrförmigen Sootkörpers **1**. Die Haltevorrichtung besteht im Wesentlichen aus einem Haltestab **2** aus Quarzglas, dessen unteres Ende in Form eines Außenkonus **3** mit einem Konuswinkel  $70^\circ$  ausgebildet ist, und aus einem Spreizlager, dem insgesamt die Bezugsziffer **4** zugeordnet ist.

[0051] Das Spreizlager **4** setzt sich aus zwei halbschalenförmigen ( $180^\circ$ ) Klemmkörpern **5** zusammen, die einen nach unten offenen Innenkonus mit einem Konuswinkel von ebenfalls  $70^\circ$  umschließen und der zum Außenkonus **3** des Haltestabes **2** komplementär ist. Der Innenkonus der Klemmkörper **5** bildet insoweit eine Gleitfläche **16**, entlang welcher der Außenkonus **3** nach oben (und unten) bewegt werden kann. Die Höhe des Innenkonus – in Richtung der Längsachse **6** gesehen – beträgt 5 cm. Die nach außen weisende Zylindermantelfläche **8** der Klemmkörper **5** ist zwecks Erhöhung der Reibungskraft zur Innenwandung **7** stark geriffelt ausgebildet und hat eine Höhe von 6 cm.

[0052] Auf der Oberseite der Klemmkörper **5** liegt eine Ringscheibe **9** aus Quarzglas mit einer Dicke von 2,5 cm und mit einem Außendurchmesser von 4,5 cm auf.

[0053] Der in die Innenbohrung **11** des Sootkörpers **1** hineinragende untere Längenabschnitt des Haltestabes **2** ist von einer Schutzhülse **10** aus Quarzglas umgeben, deren Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Haltestabes angepasst ist (2,5 cm) und die ebenfalls auf der Oberseite der Klemmkörper **5** aufsteht. Der Außendurchmesser der Schutzhülse **10** beträgt 4 cm, was dem Innendurchmesser der Ringscheibe **9** entspricht.

[0054] Alle Teile der in [Fig. 1](#) dargestellten Haltevorrichtung bestehen aus Quarzglas. Auf ein Verglasungsgestänge mit Bauteilen aus Grafit oder aus CFC wird verzichtet.

[0055] Bei der Ausführungsform der Haltevorrichtung gemäß [Fig. 2](#) sind gleiche oder äquivalente Bauteile und Bestandteile der Vorrichtung mit denselben Bezugsziffern wie in [Fig. 1](#) versehen. Bei dieser

Ausführungsform ist ein im Vergleich zur Ausführungsform von [Fig. 1](#) in Richtung der Längsachse **6** verlängertes Spreizlager **14** vorgesehen. Um trotz der etwa doppelten Höhe des Spreizlagers **14** den gleichen Konuswinkel von  $70^\circ$  wie bei der Ausführungsform von [Fig. 1](#) einhalten zu können, sind die beiden halbschalenförmigen ( $180^\circ$ ) Klemmkörper **15** in diesem Fall mit zwei übereinander angeordneten Innenkoni ausgebildet. Diese korrespondieren mit entsprechenden Außenkoni **13** des Haltestabes **12**, die über einen zylindrischen Abschnitt miteinander verbunden sind.

[0056] Diese Ausführungsform der Haltevorrichtung hat eine doppelte Führungslänge, so dass sich eine bessere Zentrierung und konzentrische Führung des Haltestabes **12** zur Längsachse **6** ergibt.

[0057] Im Folgenden wird ein Verfahren zur Herstellung eines Quarzglas-Hohlzylinders gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren näher erläutert.

[0058] Anhand eines üblichen OVD-Abscheideprozesses werden unter Einsatz einer Anordnung von Abscheidebrennern, die reversierend entlang eines um seine Längsachse rotierenden Trägerrohr bewegt wird,  $\text{SiO}_2$ -Partikel durch Flammenhydrolyse von  $\text{SiCl}_4$  erzeugt und unter allmählicher Bildung eines Sootkörpers **1** auf dem Träger abgeschieden.

[0059] Nach Abschluss des OVD-Abscheideprozesses wird das Trägerrohr entfernt und es wird ein rohrförmiger Sootkörper **1** mit einem Innendurchmesser von 5 cm, einem Außendurchmesser von 35 cm und einer Länge von etwa 3 m erhalten.

[0060] Der Sootkörper **1** wird wie üblich in chlorhaltiger Atmosphäre bei hoher Temperatur getrocknet und anschließend in vertikaler Orientierung zu einem Quarzglas-Hohlzylinder verglast. Das Verglasen des Sootkörpers **1** erfolgt unter Einsatz der in [Fig. 1](#) gezeigten Haltevorrichtung. Hierbei wird der Sootkörper **1** zunächst vertikal aufgerichtet und daraufhin der Haltestab **2**, die Schutzhülse **10**, die Ringscheibe **9** und die Klemmkörper **5** von oben in die Sootkörper-Innenbohrung **11** eingeführt, wie dies in [Fig. 1](#) dargestellt ist. Wesentlich dabei ist, dass der Außenkonus **3** die von den Klemmkörpern **5** gebildete innenkonische Gleitfläche **16** von unten eingreift.

[0061] Das obere Ende des Haltestabes **2** wird an einem Kran verspannt. Durch Hochheben des Haltestabes **2** und infolge der Keilwirkung durch die ineinander greifenden Koni werden die seitlich beweglichen Klemmkörper **5** nach außen gepresst und dadurch in der Innenwandung **7** des Sootkörpers **1** verankert. Die geriffelte Zylindermantelfläche **8** der Klemmkörper **5** dringt dabei ein Stück in die Wandung des Sootkörpers **1** ein, so dass eine reib- und formschlüssige Verbindung zwischen dem Spreizla-

ger 4 und dem Sootkörper 1 entsteht.

**[0062]** Mittels dieser Haltevorrichtung wird der Sootkörper 1 in einen Verglasungssofen eingebracht und darin mit vertikal orientierter Längsachse 6 gehalten. Für das Verglasen sind mehrere Verfahrensvarianten geeignet, die im Folgenden im Einzelnen erläutert werden:

Bei einer Verfahrensvariante ist ein zonenweises Verglasen des Sootkörpers 1 von unten nach oben vorgesehen. Der Sootkörper 1 wird hierbei mittels der Haltevorrichtung hängend im Verglasungssofen gehalten. Sobald die Verglasungszone den oberen Bereich mit dem in die Innenbohrung 11 eingesetzten Spreizlager erreicht, wird der Verglasungsprozess beendet, damit die Haltevorrichtung aus Quarzglas nicht erweicht. Die Schutzhülse 10 trägt dabei zur thermischen Abschirmung des Haltestabes 2 bei.

**[0063]** Ergänzend zu der hängenden Halterung mittels der Haltevorrichtung kann der Sootkörper 1 auch von Anfang des Verglasungsprozesses auf einem Podest aufstehen. Bei dieser Modifikation des Verglasungsverfahrens dient die Haltevorrichtung zur Ausrichtung und Fixierung des oberen Sootkörper-Endes und vermeidet so eine Längung im Verlauf des Verglasens.

**[0064]** Bei einer weiteren Verfahrensvariante erfolgt ein zonenweises Verglasen des Sootkörpers 1 von oben nach unten. Der Sootkörper 1 wird hierbei mittels der Haltevorrichtung ebenfalls hängend im Verglasungssofen gehalten, wobei er ergänzend mit seinem unteren Ende auf eine Podest aufstehen kann, wenn eine Längung verhindert werden soll. Beim Verglasen des oberen Endes ist darauf zu achten, dass die Haltevorrichtung nicht erweicht, wobei hierzu die Schutzhülse 10 beiträgt. Beim Erhitzen des oberen Sootkörper-Endes schrumpft der Sootkörper 1 ohne vollständig zu verglasen. Dabei schrumpft er seitlich auf die Ringscheibe 9 auf, die dadurch den Haltestab 1 zusätzlich zentriert. Außerdem überdeckt der schrumpfende Sootkörper 1 die obere Außenkante der Ringscheibe 9 und stabilisiert durch dieses Einbetten die Ringscheibe 9 als auch die Klemmkörper 5 in ihrer Lage, indem ein Ausweichen nach oben behindert wird.

**[0065]** Bei einer weiteren Verfahrensvariante wird der Sootkörper 1 zunächst mit seinem unteren Ende aufstehend gelagert, und dabei wird die Haltevorrichtung weitgehend kräftefrei in das obere Ende des Sootkörpers 1 „eingebettet“. Hierzu wird zunächst der Haltestab 2 soweit angehoben, dass die gewünschte Klemmverbindung zwischen Spreizlager 4 und Sootkörper 1 entsteht. Das untere Sootkörper-Ende steht dabei weiterhin auf dem Podest auf oder hat sich nur um wenige Millimeter abgehoben. Daraufhin wird das obere Ende des Sootkörpers 1 verglast, wobei der Sootkörper 1 von oben und seit-

lich auf die Ringscheibe 9 aufschumpft und dadurch den Haltestab 1 und die Klemmkörper 5 stabilisiert und zentriert, wie oben bereits beschrieben. Nach Abkühlen ist die Haltevorrichtung in das obere, teilweise verglaste Sootkörper-Ende fest eingebettet, so dass der Sootkörper 1 im weiteren Verglasungsprozess an dem Haltestab 2 verlässlich hängend gehalten werden kann.

**[0066]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren kann auf Fremdstoffe – wie Grafit – in der Innenbohrung 11 des Sootkörpers 1 verzichtet werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass auch ein vollständiges Kollabieren der Innenbohrung 11 beim Sintern des Sootkörpers 1 ermöglicht wird, sofern gewünscht.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas, umfassend einen Soot-Abscheideprozess, bei dem  $\text{SiO}_2$ -Partikel auf einem länglichen, um eine Rotationsachse rotierenden Träger unter Bildung eines porösen, hohlzylindrischen Sootkörpers abgeschieden werden, und einen Sinterprozess, bei dem der eine Innenbohrung (11) mit Innenwandung (7), eine Längsachse (2), ein oberes und ein unteres Ende aufweisende Sootkörper (1) in vertikaler Ausrichtung in einem Ofen hängend gehalten wird, wobei zur Halterung ein vom oberen Ende in die Innenbohrung (11) des Sootkörpers (1) hineinragendes Halteelement (12) vorgesehen ist, das an einem in der Innenbohrung (11) vorgesehenen Lager (4) angreift, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lager (4) als Spreizlager mit mindestens einem gegen die Innenwandung (7) der Innenbohrung (11) beweglichen Spreizelement (5) versehen ist, das unter Einwirkung des Halteelements (2) eine Bewegung mit einer Bewegungskomponente in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse (6) ausführt und gegen die Innenwandung (7) gepresst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (2) mindestens eine das Spreizelement (5) untergreifende, untere Gleitfläche aufweist, die in einem Keilwinkel zur Längsachse (6) – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung (7) verläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die untere Gleitfläche als Außenkonus (3) des Halteelements (2) ausgebildet ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Spreizelement (5) eine mit der unteren Gleitfläche zusammenwirkende obere Gleitfläche (16) aufweist, die im Keilwinkel – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung (7) verläuft.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekenn-

zeichnet, dass mehrere bewegliche Spreizelemente (5) vorgesehen sind, deren obere Gleitflächen (16) einen nach unten offenen Innenkonus des Spreizlagers (4) bilden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel zwischen 60 und 80 Grad, vorzugsweise um 60 Grad, liegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Spreizelement (5) eine Reibfläche (8) aufweist, die sich parallel zur Innenwandung (7) erstreckt und die bei der Bewegung in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse (6) gegen die Innenwandung (7) gepresst wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spreizlager (4) eine Oberseite aufweist, auf der ein Ringelement (9) aus Quarzglas aufliegt, das einen Außendurchmesser aufweist, der um maximal 10 mm kleiner ist als der Innendurchmesser der Innenbohrung (11).

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (2) mit einem Längenabschnitt in die Innenbohrung (11) hineinragt und dass mindestens ein Teil dieses Längenabschnitts von einer Schutzhülse (10), vorzugsweise aus Quarzglas, umgeben ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spreizlager (4) und das Halteelement (2) aus Quarzglas bestehen.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Spreizelement (5) die Bewegung mit Bewegungskomponente in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse (6) unter Einwirkung des Halteelements (2) und der Gewichtskraft des Sootkörpers (1) ausführt.

12. Haltevorrichtung zur Herstellung eines Zylinders aus Quarzglas durch Sintern eines rohrförmigen, eine Innenbohrung (11) mit Innenwandung (7), eine Längsachse (6), ein oberes und ein unteres Ende aufweisenden Sootkörpers (1) gemäß dem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, umfassend ein Halteelement (2), das an einem in der Innenbohrung (11) vorgesehenen Lager (4) angreift, dadurch gekennzeichnet, dass das Lager (4) als Spreizlager mit mindestens einem gegen die Innenwandung (7) der Innenbohrung (11) beweglichen Spreizelement (5) versehen ist, das unter Einwirkung des Halteelements (2) gegen die Sootkörper-Innenwandung (7) pressbar gelagert ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (2) mindestens eine das Spreizelement (5) untergreifende, untere Gleitfläche aufweist, die in einem Keilwinkel zur Längsachse (6) – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung (7) verläuft.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die untere Gleitfläche als Außenkonus (3) des Halteelements (2) ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Spreizelement (5) eine mit der unteren Gleitfläche zusammenwirkende obere Gleitfläche (16) aufweist, die im Keilwinkel – von oben nach unten gesehen – in Richtung der Innenwandung (7) verläuft.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere bewegliche Spreizelemente (5) vorgesehen sind, deren obere Gleitflächen (16) einen nach unten offenen Innenkonus des Spreizlagers (4) bilden.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Keilwinkel zwischen 60 und 80 Grad, vorzugsweise um 60 Grad, liegt.

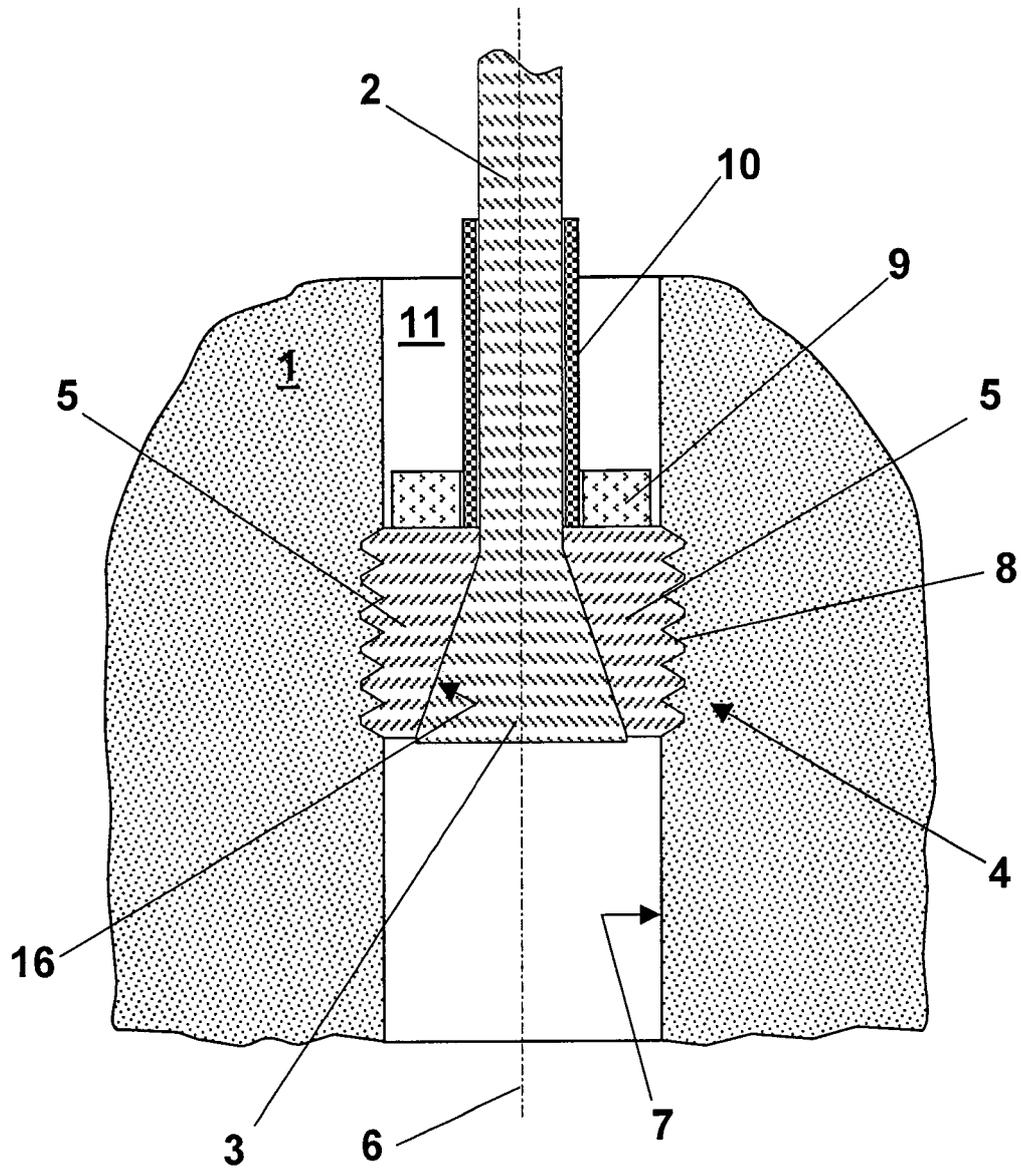
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Spreizelement (5) eine Reibfläche (8) aufweist, die sich parallel zur Innenwandung (7) erstreckt und die bei der Bewegung in Richtung senkrecht zur Sootkörper-Längsachse (6) gegen die Innenwandung (7) gepresst wird.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Spreizlager (4) eine Oberseite aufweist, auf der ein Ringelement (9) aus Quarzglas aufliegt, das einen Außendurchmesser aufweist, der um maximal 10 mm kleiner ist als der Innendurchmesser der Innenbohrung (11).

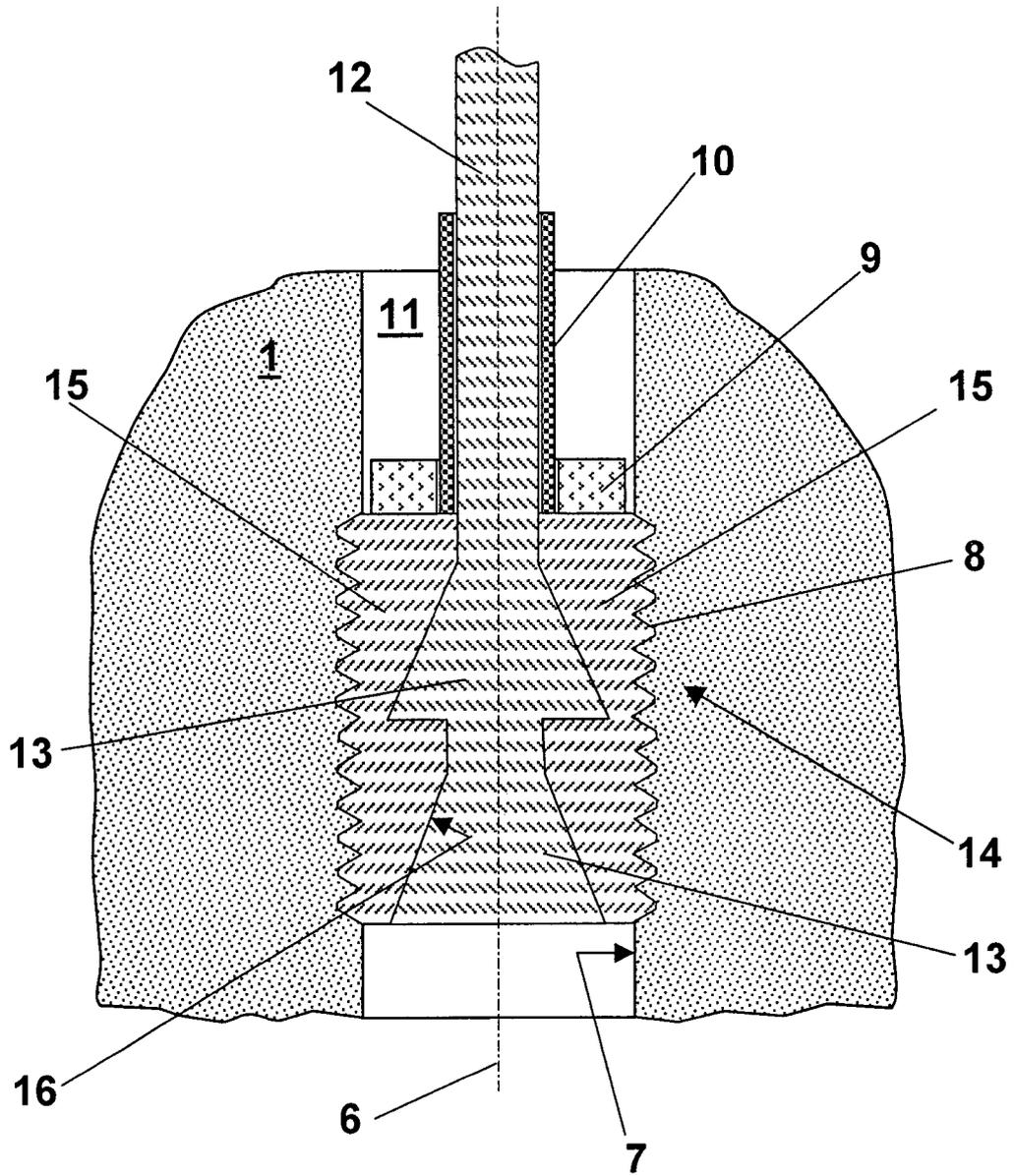
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Halteelement (2) mit einem Längenabschnitt in die Innenbohrung (11) hineinragt und dass mindestens ein Teil dieses Längenabschnitts von einer Schutzhülse (10), vorzugsweise aus Quarzglas, umgeben ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Spreizlager (4) und das Halteelement (2) aus Quarzglas bestehen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 2**