



(10) **DE 10 2013 102 439 B4** 2021.09.02

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 102 439.4**
(22) Anmeldetag: **12.03.2013**
(43) Offenlegungstag: **18.09.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **02.09.2021**

(51) Int Cl.: **B29C 65/44 (2006.01)**
G01N 30/60 (2006.01)
B01D 15/08 (2006.01)

Innerhalb von neun 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:
Dionex Softron GmbH, 82110 Germering, DE

(74) Vertreter:
**EDER SCHIESCHKE & PARTNER mbB,
Patentanwälte, 80796 München, DE**

(72) Erfinder:
**Baigar, Erik, Dr.rer.nat., 81245 München, DE;
Hilmer, Christian, Dr. Ing., 82110 Germering, DE;
Unger, Andreas, Dipl.-Ing., 85748 Garching, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2008 027 026	A1
DE	697 32 557	T2
DE	698 31 934	T2
US	2008 / 0 231 042	A1
US	5 259 112	A
US	3 579 805	A
US	4 178 067	A
WO	2007/ 009 493	A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung einer fluidischen Verbindungskomponente für die Chromatographie**

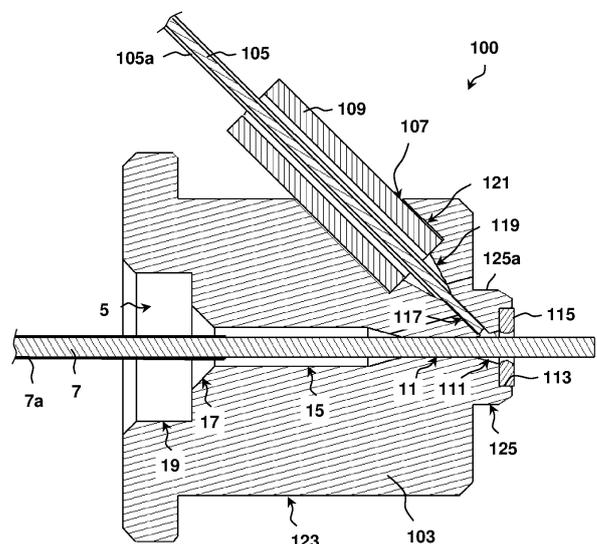
(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung einer fluidischen Verbindungskomponente für die Chromatographie, welche aus einem Grundkörper (3, 103) und mindestens einem im Grundkörper (3, 103) gehaltenen Einsatzteil (7, 105, 109) besteht, dadurch gekennzeichnet,

(a) dass der Grundkörper (3, 103) mit wenigstens einem Durchbruch (5, 107) für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) vorgefertigt wird, und

(b) dass das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) durch einen thermischen Prozess unter Ausnutzen einer nur während des thermischen Prozesses auftretenden Wärmeausdehnung des Grundkörpers (3, 103) und/oder des Einsatzteils (7, 105, 109) und unter Ausnutzen einer thermisch bedingten, nach Abschluss des thermischen Prozesses bleibenden Volumenänderung des Grundkörpers (3, 103) und/oder des Einsatzteils (7, 105, 109) fluidisch dicht mit dem Grundkörper (3, 103) verbunden wird,

(c) wobei hierzu das Material und die Geometrie des Grundkörpers (3, 103) und des Einsatzteils (7, 105, 109) und der thermische Prozess so gewählt werden, dass nach Abschluss der thermischen Behandlung in einem Klemmbereich (11, 117) entlang des Verlaufs des Durchbruchs (5, 107) derart hohe radiale Klemmkraft zwischen dem Grundkörper (3, 103) und dem Einsatzteil (7, 105, 109) auftreten, dass eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem Grundkörper (3, 103) und dem Einsatzteil (7, 105, 109) bei Temperaturen innerhalb eines Arbeits-Temperaturbereichs gegeben ist, und

(d) wobei das Temperaturprofil ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer fluidischen Verbindungskomponente für die Chromatographie, welche aus einem Grundkörper und mindestens einem fluidisch dicht im Grundkörper gehaltenen Einsatzteil besteht.

[0002] Bei chromatographischen Anwendungen, beispielsweise bei der Flüssigkeitschromatographie, ist es zu verschiedensten Zwecken erforderlich, fluidführende Kapillaren oder auch Lichtwellenleiter an chromatographische Komponenten wie Chromatographiesäulen oder Sensoren anzukoppeln. Hierzu finden Verbindungseinrichtungen oder Verbindungskomponenten in vielfältigen Ausführungsformen Verwendung. Die Verbindungskomponenten, insbesondere Buchsen- oder Steckereinrichtungen, können auch lösbar oder unlösbar mit der betreffenden Chromatographiekomponente verbunden sein und einen Bestandteil der Komponente bilden.

[0003] Bei all diesen Anwendungen ist es erforderlich, die Verbindungskomponente beziehungsweise die mit der Verbindungskomponente lösbar oder unlösbar verbundene Fluidkapillare oder den damit verbundenen Lichtwellenleiter fluiddicht mit der jeweiligen Chromatographiekomponente zu verbinden. Die zu verbindende Fluidkapillare oder der zu verbindende Lichtwellenleiter oder jedwede andere Komponente, die jeweils fluiddicht mit einer Chromatographiekomponente zu verbinden ist wird im Folgenden als Einsatzteil bezeichnet, welches mittels einer Verbindungskomponente (die auch aus mehreren Einzelteilen bestehen kann) an die Chromatographiekomponente angekoppelt wird.

[0004] Hierzu ist beispielsweise aus der WO 2011/079058 A1 eine fluidische Verbindungseinrichtung bekannt, bei der in einem Grundkörper, der eine axiale Bohrung aufweist, ein, die axiale Bohrung durchgreifender, Lichtwellenleiter in Form einer optischen Faser mittels Klemmteilen fixiert wird. Im vorderen Bereich ist der Durchbruch im Grundkörper konisch verjüngend ausgebildet. In diese konische Verjüngung wird ein plastisch deformierbares Kunststoffteil mit einer zentrischen Bohrung eingesetzt, durch welche die zu fixierende optische Faser ragt. Das Kunststoffteil ist in seinem vorderen Bereich ebenfalls komplementär konisch ausgebildet und wird an seiner Rückseite mit einem weiteren hohlzylindrischen Klemmteil axial beaufschlagt. Dieses weitere hohlzylindrische Klemmteil wird in Form einer Presspassung mit dem Grundkörper während eines axialen Einpressvorgangs verbunden und beaufschlagt das vordere konische Klemmteil. Bei dem Einpressvorgang wird das vordere konische Klemmteil von dem hohlzylindrischen Klemmteil axial beaufschlagt und in den konischen Bereich des Grundkörpers mit einer so hohen Kraft eingepresst, dass sich eine fluidisch dicht

te Verbindung und ein gleichzeitiges Fixieren der optischen Faser im Grundkörper ergibt. Im Endzustand kann die optische Faser bündig mit der Stirnseite des Grundkörpers abschließen oder aus diesem herausragen, gegebenenfalls zusammen mit einem ungeformten vorderen Bereich des konischen Klemmteils.

[0005] Nachteilig hierbei ist die Verwendung mehrerer Klemmteile sowie die Verwendung einer Presspassung bei dem hohlzylindrischen Klemmteil, so dass nur mit Schwierigkeiten eine definierte axiale Kraft auf das vordere, konische Klemmteil zu dessen Einpressen in den konischen Bereich des Grundkörpers aufgebracht werden kann.

[0006] Weiterhin ist aus der WO 2007/009493 A1 eine Koppelinrichtung bekannt, bei der eine Chromatographiekomponente, wie eine Chromatographiesäule bereits eine buchsenartige Einheit aufweist, in welche eine fluidführende Kapillare einsetzbar ist. Die Buchseneinheit weist einen hervorstehenden zylindrischen Bereich auf, auf welchen ein hohlzylindrisches Teil aufsetzbar ist, wobei das hohlzylindrische Teil mit seinem rückwärtigen Bereich auch die Stirnseite des hohlzylindrischen Bereichs der Buchse umfasst. Nach dem Aufsetzen auf den hohlzylindrischen Bereich der Buchse wird das hohlzylindrische Teil, welches aus einem thermoplastischen Material besteht, mittels einer Form so umgeformt, dass sich ein radial nach innen gerichteter Druck ergibt und zudem der rückwärtige Bereich des hohlzylindrischen, umgeformten Teils dicht mit dem Außenumfang der eingesetzten Kapillare abschließt und sich mit diesem verbindet. Durch den plastischen Umformungsvorgang ergibt sich somit eine fluiddichte Verbindung. Dabei ergibt sich beim Abkühlen des umgeformten hohlzylindrischen Verbindungsteils noch die zusätzliche Wirkung, dass sich infolge des größeren Temperatureausdehnungskoeffizienten dieses thermoplastischen Materials gegenüber dem Material der fluidführenden Kapillare ein noch verstärkter radial einwärts gerichteter Druck und damit entsprechende Haltekräfte auf die Kapillare ausgeübt werden.

[0007] Nachteilig hierbei ist jedoch, dass eine derartige Verbindung einer Kapillare mit einer Chromatographiekomponente kein Lösen der Kapillare mehr ermöglicht. Zudem erfordert das thermische Umformen des hohlzylindrischen Verbindungsteils unter Druck einen entsprechenden Aufwand. Durch das Schmelzen zumindest von Teilbereichen des vorgefertigten Bauteils können darüber hinaus Probleme mit der Maßhaltigkeit der fertig hergestellten Komponente auftreten, da durch den Schmelzprozess das vorgefertigte Bauteil deformiert werden kann.

[0008] Die DE 10 2008 027 026 A1 betrifft ein Verfahren zur Verbindung einer ersten Komponente mit einer zweiten Komponente, wobei die zweite Komponente ein thermoplastisches Material beinhaltet. Das

Verfahren umfasst die folgenden Schritte: in Kontakt bringen der ersten Komponente mit der zweiten Komponente; Erwärmen des thermoplastischen Materials der zweiten Komponente zumindest in der Umgebung der ersten Komponente auf eine Temperatur oberhalb der Erweichungstemperatur des thermoplastischen Materials aber unterhalb der Zersetzungstemperatur des thermoplastischen Materials; Verdrängen des erwärmten thermoplastischen Materials, so dass eine zumindest formschlüssige Verbindung zwischen der ersten Komponente und der zweiten Komponente entsteht; und Abkühlen des thermoplastischen Materials auf eine Temperatur unterhalb seiner Erweichungstemperatur.

[0009] Die WO 2007/009 493 A1 betrifft ein Verfahren zum Bereitstellen einer Leitung, die zum Leiten eines Mediums mit einem Funktionselement geeignet ist, wobei das Funktionselement für mindestens eines der folgenden Elemente angepasst ist: Kupplung, Verbindung, Abdichtung, Befestigung, Einstellung, Ausrichtung, Aufnahme, Schutz, Positionierung der Leitung, umfassend: Plastifizieren und Formen eines Teils, das ein Kunststoffmaterial umfasst, innerhalb eines Formwerkzeugs zum Formen der Form des Funktionselements und zum Befestigen des Funktionselements an der Leitung.

[0010] Die DE 698 31 934 T2 betrifft einen Rotor, insbesondere für einen Hochgeschwindigkeits-Elektromotor, mit einem Seltenerd-Magnetkern in einer Hülse, die die Rotorwelle bildet, wobei der Kern zwischen gegenüberliegenden Endstücken, die durch Schweißen, Kleben oder Schrumpfen an der Hülse befestigt sind, axial zusammengedrückt wird sowie ein Verfahren zum Zusammenbau des Rotors mit den Schritten des axialen Zusammendrückens des Kerns zwischen den Endstücken und des Befestigens der Hülse an den Endstücken, während der Kern vorgespannt ist.

[0011] Die DE 697 32 557 T2 betrifft eine Axialfluss-Rotations-Blutpumpe, welche in die Brust eines Menschen implantiert werden kann, und welche verwendet werden kann, ein menschliches Herz beim Pumpen von Blut zu unterstützen.

[0012] Die US 4,178,067 A betrifft einen optischen Wellenleiterspleiß, umfassend: eine äußere, formstabile Hülse, die eine Masse aus dimensionally instabilem Material enthält; ein Paar optischer Wellenleiter, die in entgegengesetzte Enden einer Bohrung mit verringertem Durchmesser aufgenommen wurden und sich axial durch die Masse erstrecken und einen Anfangsdurchmesser aufweisen, der ausreicht, um die Enden der Wellenleiter darin frei aufzunehmen, wobei die Masse für axiales Schrumpfen und radiales Volumenausdehnen gegen die stabile Hülse und nach innen gegen die Wellenleiter nach innen gedrückt ist, um deren Enden in benachbarte kollektive axiale Ausrichtung zu bewegen.

[0013] Die US 5,259,112 A betrifft einen Verbinder zum Verbinden von Rohren mit einem inneren Abschnitt und einem äußeren Abschnitt, der mindestens einen Teil des inneren Abschnitts umgibt, wobei der äußere Abschnitt Bereiche mit verringertem Durchmesser aufweist, um ein Gehäuse oder eine Nut in dem äußeren Abschnitt für eine Klammer zu bilden.

[0014] Die US 2008/0231042 A1 betrifft ein Rohrverbindungsverfahren und insbesondere das Verbinden von Rohrenden bei der Herstellung verschiedener Arten von Rohrleitungen, hauptsächlich beim Bohren und Ummanteln von Bohrlöchern in der Öl- und Gasindustrie und in Rohrleitungen.

[0015] Die US 3,579,805 A betrifft ein Verfahren zum Bilden einer Presspassung zwischen inneren und äußeren Elementen, die zur Interferenz angepasst sind, umfassend die folgenden Schritte: a) Bereitstellen mindestens eines der Elemente einer ausscheidungshärtbaren Legierung, die bei Wärmebehandlung eine im wesentlichen irreversible Dimensionsänderung erfährt, b) Lösungsglügen der ausscheidungshärtbaren Legierung bei einer Temperatur, die über der Lösungstemperatur der Legierung liegt, c) Verbinden der Elemente, um eine Anordnung mit einem Abstand zwischen den Elementen zu bilden, der kleiner als die im wesentlichen irreversible Dimensionsänderung ist, und d) Unterziehen der Anordnung einer ausscheidungshärtenden Wärmebehandlung, die die im wesentlichen irreversible Dimensionsänderung verursacht.

[0016] Der Erfindung liegt daher ausgehend von diesem Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindungskomponente, insbesondere einer fluidischen Verbindungskomponente für die Chromatographie, zu schaffen, welches einfach und mit geringem Aufwand durchführbar ist und welches auf einfache Weise eine feste und/oder fluidisch dichte Verbindung zwischen einem Einsatzteil und einem Grundkörper der Verbindungskomponente gewährleistet.

[0017] Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0018] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass mittels eines rein thermischen Prozesses auf einfache Weise eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem Grundkörper und dem wenigstens einen in einen entsprechenden Durchbruch im Grundkörper eingesetzten Einsatzteil hergestellt werden kann. Dabei wird die nur während des thermischen Prozesses auftretende Wärmeausdehnung des Grundkörpers und/oder des Einsatzteils und eine thermisch bedingte, nach Abschluss des thermischen Prozesses bleibende Volumenänderung des Grundkörpers und/oder des Einsatzteils genutzt. Ein Schmelzen von Teilbereichen des Grundkörpers oder des Einsatz-

teils im Sinne eines vollständigen Anschmelzens zumindest der Oberfläche des betreffenden Teils, was zu einer kaum kontrollierbaren Deformation führen würde, wird vermieden. Zur Erzeugung einer fluidisch dichten Verbindung zwischen dem vorgefertigten Grundkörper und dem wenigstens einen in einen entsprechenden Durchbruch des Grundkörpers eingesetzten Einsatzteil werden entweder der Grundkörper oder das Einsatzteil oder beide Teile einem thermischen Prozess unterzogen, wobei das wenigstens eine Einsatzteil - je nach Ausgestaltung des Verfahrens - vor oder während des Durchlaufens des Temperaturprofils in den hierfür vorgesehen Durchbruch im Grundkörper eingesetzt und positioniert wird. Das Temperaturprofil wird dabei so gewählt, dass es nicht zu einem An- oder Aufschmelzen der Berührungsbereiche (in einen pastösen oder gar flüssigen Zustand des Materials) zwischen dem Grundkörper und dem Einsatzteil kommt, da hierdurch die exakte Position des Einsatzteils im Grundkörper nicht mehr gewährleistet wäre.

[0019] Das erfindungsgemäße Verfahren bietet somit den Vorteil, dass im vorderen Bereich des Einsatzteils, welcher mit einem Fluid in Kontakt kommen kann, kein Adhäsiv oder ein anderes zusätzliches, gegenüber dem Fluid nicht inertes Material verwendet werden muss, um eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem Einsatzteil und dem Grundkörper zu erreichen. Des Weiteren vermeidet das erfindungsgemäße Verfahren eine Erhitzung des Materials des Grundkörpers bis in einen Temperaturbereich, in welchem der Grundkörper erweicht und durch das Ausüben eines Drucks, beispielsweise mittels eines Umformwerkzeugs, erst in eine Form gebracht wird, in welcher der Grundkörper das Einsatzteil fluidisch dicht umschließt. Insbesondere wird auch ein Anschmelzen des Materials des Grundkörpers vermieden, um eine intensive Verbindung zwischen Grundkörper und Einsatzteil zu bewirken.

[0020] Erfindungsgemäß muss das Einsatzteil lediglich so vorgefertigt werden, dass das Einsatzteil vor oder während des thermischen Prozesses in den hierfür vorgesehenen Durchbruch des Grundkörpers eingesetzt werden kann. Das wenigstens eine Einsatzteil wird durch den rein thermischen Prozess unter Ausnutzen einer nur während des thermischen Prozesses auftretenden Wärmeausdehnung des Grundkörpers und/oder des Einsatzteils und unter Ausnutzen einer thermisch bedingten, nach Abschluss des thermischen Prozesses bleibenden Volumenänderung des Grundkörpers und/oder des Einsatzteils fluidisch dicht mit dem Einsatzteil verbunden. Hierzu werden das Material und die Geometrie des Grundkörpers und des Einsatzteils und der thermische Prozess so gewählt, dass nach Abschluss der thermischen Behandlung in einem Klemmbereich entlang des Verlaufs des Durchbruchs derart hohe radiale Klemmkraft zwischen dem Grundkörper und

dem Einsatzteil auftreten, dass eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem Grundkörper und dem Einsatzteil bei Temperaturen innerhalb eines Arbeitstemperaturbereichs gegeben ist.

[0021] Fluidisch dicht bedeutet im Rahmen der vorliegenden Beschreibung, dass ein Hindurchtreten von (insbesondere unter hohem Druck stehender) Flüssigkeit in einen Zwischenraum zwischen dem Außenumfang bzw. der Außenwandung des Einsatzteils und der Innenwandung des Durchbruchs im Grundkörper vermieden wird.

[0022] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung sind der vorgefertigte Grundkörper und das Einsatzteil so ausgebildet, dass das wenigstens eine Einsatzteil nach dem thermischen Prozess fluidisch dicht im Klemmbereich mit dem Grundkörper verbunden ist. Die axiale Länge des Klemmbereichs ist vorzugsweise so zu wählen, dass die gewünschte Dichtigkeit und die gewünschten Haltekräfte für das Fixieren des Einsatzteils im Grundkörper erreicht werden.

[0023] Selbstverständlich muss der Durchbruch im Grundkörper hinsichtlich seiner Abmessung und unter Berücksichtigung des thermischen Verhaltens des Materials auf die Geometrie (und gegebenenfalls das thermische Verhalten) des Einsatzteils abgestimmt sein, so dass nach dem Abschließen des thermischen Prozesses das Material des Grundkörpers über die gesamte Umfangswandung des Einsatzteils innerhalb eines vorgegebenen (axialen) Klemmbereichs anliegt und entsprechende radiale Anpresskräfte ausgeübt werden, um die gewünschte fluidisch dichte Verbindung zwischen den beiden Teilen zu erreichen. Voraussetzung hierfür ist selbstverständlich auch eine ausreichende Oberflächenqualität der zu verbindenden Teile innerhalb des Klemmbereichs.

[0024] Als Material für den Grundkörper wird Kunststoff und als Material für das Einsatzteil Glas verwendet. Der Temperatureausdehnungskoeffizient des Kunststoffs wird dabei mindestens doppelt so groß gewählt wie der Temperatureausdehnungskoeffizient des Glases. Diese Materialwahl eignet sich insbesondere dann, wenn der thermische Prozess so ausgebildet wird, dass im Wesentlichen nur der Grundkörper erwärmt wird und für die Erzeugung der radialen Klemmkraft auch oder überwiegend die Wärmeausdehnung des Materials genutzt wird.

[0025] Alternativ dazu wird als Material für das wenigstens eine Einsatzteil Kunststoff und als Material für den Grundkörper Glas verwendet, wobei der Temperatureausdehnungskoeffizient des Kunststoffs mindestens doppelt so groß ist wie der Temperatureausdehnungskoeffizient des Glases. Diese Materialwahl eignet sich insbesondere dann, wenn der thermische Prozess so ausgebildet wird, dass im Wesentlichen nur das Einsatzteil abgekühlt wird und für die Erzeu-

gung der radialen Klemmkräfte auch oder überwiegend die Wärmeausdehnung bzw. Kontraktion des Materials infolge einer Abkühlung genutzt wird.

[0026] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung wird man hierzu den Grundkörper so vorfertigen, dass die Innenabmessungen des Durchbruchs innerhalb eines Arbeits-Temperaturbereichs geringfügig kleiner sind als die Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils (zumindest innerhalb des Klemmbereichs). Die Materialien des Grundkörpers und des Einsatzteils können dann mittels des thermischen Prozesses auf vorbestimmte gemeinsame Temperatur gebracht werden, die außerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs liegt, oder es kann eine vorbestimmte Temperaturdifferenz zwischen dem Material des Grundkörpers und dem Material des Einsatzteils erzeugt werden, wobei die vorbestimmte gemeinsame Temperatur oder die Temperaturdifferenz in Bezug auf die Wärmeausdehnungseigenschaften des Materials des Grundkörpers und des Materials des wenigstens einen Einsatzteils so gewählt werden, dass das Einsatzteil in den Durchbruch einsetzbar ist. Das Einsetzen kann dabei selbstverständlich auch im Zustand einer leichten Presspassung zwischen dem Grundkörper und dem Einsatzteil erfolgen. Anschließend kann das Einsatzteil in den Durchbruch eingesetzt werden. Der sich anschließende Teil des thermischen Prozesses wird so ausgebildet, dass das Einsatzteil bei einer Temperatur von Einsatzteil und Grundkörper innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs fluidisch dicht im Grundkörper gehalten ist. Dieser sich anschließende Teil des thermischen Prozesses kann in einer einfachen Abkühlphase bestehen, wenn nicht weitere Effekte, wie ein Tempern eines oder beider Materialien erfolgen soll.

[0027] Die Abmessungen des Durchbruchs des vorgefertigten Grundkörpers gegenüber den Abmessungen des Einsatzteils bestimmen die Anpress- und Haltekräfte zwischen dem Grundkörper und dem Einsatzteil (zumindest im Klemmbereich), wenn nicht weitere Effekte, insbesondere die nachstehend beschrieben beschriebene bleibende Volumenzunahme oder -abnahme eines oder beider Materialien infolge einer Umwandlung von Materialeigenschaften hinzukommen. Die hierzu erforderliche Geometrie, mit welcher der Durchbruch im Grundkörper vorgefertigt werden muss, kann durch Versuche und/oder durch Simulation einfach ermittelt werden.

[0028] Der Kunststoff kann insbesondere einer sein, welcher teilweise aus einer kristallinen Phase und teilweise aus einer amorphen Phase besteht, beispielsweise ein Thermoplast. Thermoplaste mit dieser Eigenschaft sind beispielsweise Materialien aus der Gruppe der Polyetherketone, wie PEEK, PEKEK etc. Diese Werkstoffe sind hauptsächlich amorph, verfügen jedoch über einen gewissen Anteil einer kristallinen Phase. Bei PEEK werden bei sehr langsa-

mer Abkühlung beziehungsweise nach einem Tempern (d.h. einem Halten einer Temperatur innerhalb eines Temperaturbereichs für eine vorbestimmte Zeitspanne -) maximal ca. 38% des Materials als kristalline Phase beobachtet. Da die kristalline Phase gegenüber der amorphen Phase eine höhere Dichte aufweist, wird eine Volumenzunahme des Materials erzeugt, wenn der Grundkörper bzw. das Einsatzteil über eine Schmelztemperatur (für die kristalline Phase) erwärmt und anschließend relativ schnell wieder abgekühlt wird, so dass die Anteile der kristallinen Phase, die durch das Schmelzen in die amorphe Phase übergegangen sind, in ihrer amorphen Struktur erstarren. Der Grundkörper bzw. das Einsatzteil weisen nach einer derartigen Wärmebehandlung ein größeres Volumen auf. Das Maß der Volumenzunahme hängt dabei von der Prozessführung ab.

[0029] Dieser im Folgenden als Quellen bezeichnete Effekt kann in gewissen Grenzen durch einen Tempervorgang, bei dem der Grundkörper bzw. das Einsatzteil für eine bestimmte Zeit auf einer Temperatur innerhalb eines Temperaturbereichs gehalten wird, umgekehrt werden. Der Temperaturbereich liegt dabei unterhalb der Schmelztemperatur für die kristalline Phase.

[0030] Dieser Quellvorgang, der während des thermischen Prozesses bei einem Grundkörper aus einem entsprechenden Material auftreten kann und zunächst zu einer unerwünschten Volumenzunahme führen würde (damit würde eine Verringerung der Klemmkräfte einhergehen), kann durch eine geeignete Prozesssteuerung in Grenzen gehalten werden. Insbesondere sollte die maximale Temperatur in diesem Fall so gewählt werden, dass die Schmelztemperatur der kristallinen Phase entweder nicht oder nur für eine so kurze Zeitspanne überschritten wird, dass kein oder nur in einem zulässigen Maß ein Umbau der kristallinen Phase in die amorphe Phase erfolgt.

[0031] Selbstverständlich kann das Verhalten des Materials auch durch die Wahl eines bestimmten Ausgangszustands des Materials bestimmt werden. Beispielsweise kann ein Material mit sehr geringem kristallinem Anteil verwendet werden. Dies kann dann auch auf eine höhere Temperatur oder länger auf eine höhere Temperatur erwärmt werden, ohne dass ein nennenswerter Quellprozess eintritt.

[0032] Ein derartiges Quellverhalten kann nach einer anderen Ausgestaltung der Erfindung jedoch auch bewusst dazu ausgenutzt werden, um die Haltekräfte zwischen Grundkörper und Einsatzteil zu erhöhen und damit eine bessere Dichtigkeit zu erzeugen. Werden keine höheren Anpresskräfte gewünscht, so kann das Quellverhalten auch dazu ausgenutzt werden, um die Abmessungen des Durchbruchs in der Phase, in welcher das Einsatzteil in den Durchbruch eingesetzt werden muss, größer zu wählen. Hier-

durch wird das Einsetzen, beispielsweise über eine größere axiale Länge erleichtert. Der Anteil der kristallinen Phase im Material des vorgefertigten Grundkörpers und der Temperaturverlauf des Expansions- und Schrumpfprozesses können also so gewählt werden, dass sich nach Abschluss des Montageverfahrens eine sichere und fluiddichte Fixierung des wenigstens einen Einsatzteils im Grundkörper mit vorbestimmten Anpress- oder Haltekräften ergibt.

[0033] Wird das Einsatzteil aus einem derartigen, ein Quellverhalten zeigendes Material hergestellt und weist dieses Material einen relativ hohen Anteil von kristalliner Phase auf, so kann diese Tatsache ebenfalls genutzt werden, um eine Erhöhung der Klemmkraft zu erzeugen, indem nach dem Einsetzen des Einsatzteils in den Durchbruch des Grundkörpers absichtlich eine Volumenzunahme durch eine Erhitzung über die Schmelztemperatur der kristallinen Phase bewirkt wird. Soll das Quellen während des Einsetzens vermieden werden, so kann, um das Einsetzen in einen mit Untermaß vorgefertigten Durchbruch im Grundkörper zu ermöglichen, der Grundkörper zunächst nur auf eine solche Temperatur erwärmt werden, die ausreichend unterhalb der Schmelztemperatur der kristallinen Phase liegt und zusätzlich oder stattdessen eine ausreichende Abkühlung des Einsatzteils erfolgen. Anschließend kann dann eine Erhöhung der Klemmkraft durch eine Erhöhung der Temperatur des Einsatzteils über die Schmelztemperatur der kristallinen Phase und eine relativ rasche Abkühlung erfolgen. Damit wird ein Quellen erzeugt und die betreffende Volumenänderung auch nach dem Abkühlen beibehalten.

[0034] Dieses Quellverhalten eines teilweise kristallinen Materials für den Grundkörper und/oder das Einsatzteil ermöglicht in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung den Grundkörper auch so vorzufertigen, dass die Innenabmessungen des Durchbruchs im Ausgangszustand der Materialien innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs geringfügig größer sind als die Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils. In diesem Fall kann das Einsatzteil bereits in kaltem Zustand des Grundkörpers (das heißt bei einer Temperatur innerhalb des Arbeitsbereichs) in den Durchbruch des vorgefertigten Grundkörpers eingesetzt werden. Anschließend ist dann ein thermischer Prozess so durchzuführen, dass sich nach dessen Abschluss (infolge des gewählten Temperaturprofils des Prozesses) die Materialbeschaffenheit des Materials des Grundkörpers und/oder des Einsatzteils so verändert hat, dass infolge der Volumenänderung(en) ausreichend hohe Klemmkraft erzeugt werden.

[0035] Wird der Grundkörper aus einem derartigen Material hergestellt, so können die Klemmkraft durch eine Erhöhung des Anteils der kristallinen Phase und die damit einhergehende Volumenreduzie-

rung erzeugt werden. Selbstverständlich muss dann als Ausgangsmaterial ein Material mit ausreichend hohem Anteil von amorpher Phase gewählt werden.

[0036] Der Grundkörper muss hierzu also auf eine Temperatur innerhalb des Temperbereichs erwärmt werden, um den Umbau von amorpher in eine kristalline Phase zu ermöglichen. Die Dimensionierung der Abmessungen des Durchbruchs gegenüber den Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils können wiederum durch Versuche oder durch Simulation bestimmt werden. Zudem besteht hier die Möglichkeit, den Temperprozess so lange durchzuführen, bis die gewünschten Anpress- beziehungsweise Haltekräfte zwischen Grundkörper und Einsatzteil erreicht sind. Die hierfür erforderliche Temperatur und Zeit (das heißt das hierzu geeignete Temperaturprofil) kann ebenfalls durch Versuche oder Simulation ermittelt werden.

[0037] Wird das Einsatzteil aus einem derartigen Material hergestellt, so können die Klemmkraft durch eine Reduzierung des Anteils der kristallinen Phase und die damit einhergehende Volumenzunahme erzeugt werden. Selbstverständlich muss dann als Ausgangsmaterial ein Material mit ausreichend hohem Anteil von kristalliner Phase gewählt werden.

[0038] Vorzugsweise wird man in diesem Fall den Grundkörper auf eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur für die kristalline Phase des Materials des Einsatzteils erwärmen, um den Umbau von kristalliner in eine amorphe Phase zu bewirken. Das Material des Grundkörpers kann dann entweder ein kein solches Quellverhalten zeigendes Material sein oder die Schmelztemperatur für die kristalline Phase des Materials des Grundkörpers liegt deutlich höher als die Schmelztemperatur für die kristalline Phase des Materials des Einsatzteils. Die Dimensionierung der Abmessungen des Durchbruchs gegenüber den Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils können wiederum durch Versuche oder durch Simulation bestimmt werden. Zudem besteht hier die Möglichkeit, den Temperprozess so lange durchzuführen, bis die gewünschten Anpress- beziehungsweise Haltekräfte zwischen Grundkörper und Einsatzteil erreicht sind. Die hierfür erforderliche Temperatur und Zeit (das heißt das hierzu geeignete Temperaturprofil) kann ebenfalls durch Versuche oder Simulation ermittelt werden.

[0039] An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass im Zeitpunkt des Einsetzens des Einsatzteils in den Durchbruch des Grundkörpers die Abmessungen des Durchbruchs so beschaffen sein können, dass das Einsetzen des Einsatzteils ohne große Kraft erfolgen kann oder aber bereits mittels einer entsprechenden axialen Kraft geschehen muss, weil zwischen der Innenwandung des Durchbruchs im Grundkörper und dem Umfang des Einsatzteils

bereits entsprechende Reibkräfte wirken, d.h. bereits eine leichte Presspassung vorliegt. Letzteres ermöglicht höhere Haltekräfte nach Abschluss des thermischen Prozesses bei gleichen Dimensionsänderungen der Grundkörpers bzw. des Einsatzteils, die durch thermische oder materialbedingte (Umwandlung von kristalliner in amorphe Phase) Schrumpfung erzeugt werden.

[0040] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die Expansion der Außenabmessungen des Grundkörpers während des thermischen Prozesses an wenigstens einer Außenfläche mit einem in seiner Form bzw. in seinen Abmaßen vorgegebenen Formgebungselement derart begrenzt werden, dass eine plastische Verformung des Grundkörpers im Bereich der wenigstens einen Außenfläche eintritt.

[0041] Diese Vorgehensweise kann dazu genutzt werden, um Referenzflächen an der Außenfläche mit hoher Genauigkeit herzustellen, mit einer geeigneten Struktur zu versehen oder einfach die Glattheit der Außenfläche zu verbessern. Beispielsweise kann die Umfangsfläche des Grundkörpers in einem Teilbereich (hier kann es sich beispielsweise um eine zylindrische Teilfläche handeln) mit hoher Genauigkeit hergestellt werden, sowohl in Bezug auf eine gewünschte Struktur, eine gewünschte Glattheit und/oder eine gewünschte Dimensionierung (insbesondere einen bestimmten Außendurchmesser). Da sich das Material beim Abkühlen wieder zusammenzieht, muss diese Schrumpfung bei der Dimensionierung des Formgebungselements selbstverständlich berücksichtigt werden.

[0042] Eine mit derart hoher Präzision hergestellte Außenfläche des Grundkörpers kann beispielsweise als Führungsfläche wirken, die mit einem komplementären Element zusammenwirkt, um eine exakte Positionierung der beiden Komponenten zu erreichen.

[0043] Nach einer Ausgestaltung kann die Expansion der Außenabmessungen des Grundkörpers in einem den Klemmbereich radial umgebenden Bereich erfolgen und auf diese Weise durch die plastische Verformung im Bereich des Klemmbereichs eine zusätzliche Erhöhung der radialen Klemmkräfte erzeugt werden, da die Volumenzunahme in radialer Richtung nach außen begrenzt ist und demzufolge die Volumenzunahme eine plastische Verformung des Materials in den betreffenden radial inneren Bereich hinein erzwingt.

[0044] Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann beim Abkühlen oder Tempern des Grundkörpers der Schrumpfprozess an wenigstens einer Innenfläche des Grundkörpers mit einem Formgebungselement derart begrenzt werden, dass eine plastische Verformung des Grundkörpers im Bereich

der wenigstens einen Innenfläche eintritt. Hier wird also eine Innenfläche dadurch mit hoher Genauigkeit hergestellt, dass der Grundkörper das Formgebungselement umfasst und auf diesen aufgeschrumpft wird. Um den Grundkörper nach dem Abschluss des Schrumpfvorgangs wieder vom Formgebungselement lösen zu können, kann es erforderlich sein, den Grundkörper wieder leicht zu erwärmen, um die Haltekräfte zu reduzieren. Die Erwärmung muss dabei selbstverständlich so erfolgen, dass möglichst keine erneute Quellung des Materials, das heißt eine Umwandlung von kristalliner Phase in eine amorphe Phase erfolgt.

[0045] Bei diesen Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es selbstverständlich erforderlich, dass das Formgebungselement einen geringeren Temperaturexpansionskoeffizienten aufweist, als das Material des Grundkörpers.

[0046] Erfindungsgemäß kann das wenigstens eine Einsatzteil bei dem es sich um einen Lichtwellenleiter oder eine Fluidkapillare handeln kann ein Coating aufweisen, welches im vorderen Bereich, in welchem das Einsatzteil durch den thermischen Expansions- und Schrumpfprozess mit dem Grundkörper verbunden wird, entfernt werden. Dies wird immer dann erforderlich sein, wenn das Coating nicht ausreichend temperaturstabil, langzeitbeständig oder inert gegenüber den zu verwendenden Fluiden ist. Das Entfernen des Coatings wird auch immer dann in Betracht zu ziehen sein, wenn das Coating nicht mit einer ausreichenden Präzision gegenüber der Längsachse des Einsatzteils aufgebracht ist, beispielsweise über den Umfang gesehen eine ungleichmäßige Dicke aufweist. Dies würde zu einer exzentrischen Positionierung des Einsatzteils gegenüber der Längsachse des Durchbruchs führen.

[0047] Da das Coating jedoch einen Schutz der Umfangsfläche des Einsatzteils bewirkt, kann erfindungsgemäß ein rückwärtiger Bereich des Einsatzteils, in welchem das Coating entfernt wurde und welcher auf der vom vorderen Ende des Einsatzteils abgewandten Seite des Klemmbereichs liegt, mit einem adhäsiven Material geschützt und vorzugsweise mit dem Grundkörper verbunden werden. Hierzu kann der Durchbruch in einem (bezogen auf den Klemmbereich) rückwärtigen Bereich hinsichtlich seiner Querschnittsabmessungen vergrößert sein, so dass in dem Ringbereich zwischen der Innenwandung des Durchbruchs und der Außenwandung des Einsatzteils das adhäsive Material eingebracht werden kann. Es ist des Weiteren möglich, den Durchbruch hier so auszubilden, dass ein Stützelement eingebracht werden kann, welches ebenfalls von dem Einsatzteil durchragt wird und welches sowohl innen (das heißt zwischen der Innenwandung des Stützelements und der Außenwandung des Einsatzteils) und außen (das heißt zwischen der Außenwandung des

Stützelements und der Innenwandung des Durchbruchs im Grundkörper) durch ein adhäsives Material mit dem Einsatzteil beziehungsweise dem Grundkörper verbunden werden kann. Ein derartiges Stützelement kann die mechanische Stabilität des Einsatzteils beim Austritt aus dem Grundkörper verbessern (das Stützelement kann aus dem Durchbruch des Grundkörpers herausragen) und auch als Zugentlastung und Knickschutz wirken.

[0048] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere auch zur Herstellung einer Verbindungskomponente mit zwei oder mehreren Einsatzteilen, wobei der Grundkörper mit zumindest zwei Durchbrüchen vorgefertigt wird und zwei oder mehr Einsatzteile mit einem einzigen thermischen Prozess mit dem Grundkörper fluidisch dicht verbunden werden.

[0049] Weitere Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung wird nachstehend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 Einen schematischen Längsschnitt durch eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Verbindungskomponente in Form eines Lichtwellenleitersteckers, bei dem ein Lichtwellenleiter fest in einem Grundkörper gehalten ist; und

Fig. 2. eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Verbindungskomponente in Form eines Koppелеlements für eine Messzelle für chromatographische Anwendungen mit einem Grundkörper in welchem ein Lichtwellenleiter und eine fluidführende Kapillare fest und fluidisch dicht gehalten sind.

[0050] Die in **Fig. 1** in einem schematischen Längsschnitt dargestellte Verbindungskomponente **1** umfasst einen Grundkörper **3**, welcher einen axialen Durchbruch **5** aufweist, in welchem ein Lichtwellenleiter **7** gehalten ist. Der axiale Durchbruch **5** fixiert den Lichtwellenleiter **7** in einem im vorderen Bereich des Grundkörpers vorgesehenen Klemmbereich **11**, der eine vorgegebene axiale Ausdehnung besitzt. Die axiale Ausdehnung des Klemmbereichs **11** ist dabei so gewählt, dass sich nach dem nachstehend erläuterten Herstellungsverfahren eine fluidisch dichte Halterung des Lichtwellenleiters **7** im Grundkörper **3** ergibt. In der Stirnseite **3a** des Grundkörpers **3** ist eine Ausnehmung **13** vorgesehen, die zur Ankopplung des optischen Steckers **1** an eine weitere Komponente, beispielsweise an eine optische Quelle, dient. Die im Wesentlichen parallel zur Längsachse des optischen Steckers verlaufende Innenwandung **13a** der Ausnehmung **13** dient zur exakten Positionierung des Steckers in Bezug auf die anzukoppelnde Komponente. Der Durchmesser der Ausneh-

mung **13** muss somit mit ausreichender Genauigkeit konzentrisch zur Längsachse des optischen Steckers und zur Längsachse des Lichtwellenleiters **7** ausgerichtet sein.

[0051] Im rückwärtigen Bereich des Grundkörpers **3** ist der Durchbruch **5**, anschließend an den Klemmbereich **11**, mit einem gegenüber dem Klemmbereich **11** größeren Querschnitt versehen. Dieser Bereich **15** ist zur Aufnahme eines adhäsiven Materials vorgesehen. Das adhäsive Material (nicht gezeichnet) wird im axialen Bereich **15** des Durchbruchs **5** eingebracht und füllt den betreffenden Ringbereich zwischen der Innenwandung des Durchbruchs **5** im Bereich **15** und der Außenwandung des Lichtwellenleiters **7** vollständig aus. Damit schützt das adhäsive Material in diesem Bereich die Umfangsfläche des Lichtwellenleiters **7**, welche im gesamten vorderen Bereich des Lichtwellenleiters frei von einem schützenden Coating **7a** ist. Das Coating wird im vorderen Bereich entfernt, um eine möglichst präzise Positionierung des Lichtwellenleiters **7** im Grundkörper **3** zu erreichen. Denn derartige schützende Coatings, die aus einem weichen Kunststoffmaterial bestehen können, weisen meist eine axial oder auch über die Umfangsrichtung gesehen relativ ungleichmäßige Dicke auf. Dies könnte zu einer nicht ausreichend exakten konzentrischen Fixierung des Lichtwellenleiters **7** durch die Klemmung auf einem Coating **7a** im Klemmbereich **11** führen.

[0052] Das adhäsive Material kann auch dazu dienen, die axiale Festigkeit der Verbindung zwischen dem Lichtwellenleiter **7** und dem Grundkörper **3** zu gewährleisten, wenn die radialen Anpresskräfte im Klemmbereich **11** zwar die fluidische Dichtigkeit der Verbindung bewirken, jedoch eine ausreichende axiale Festigkeit nicht gewährleisten können.

[0053] Das in **Fig. 1** nicht dargestellte adhäsive Material füllt den Bereich **15** vorzugsweise bis in den sich konisch erweiternden Bereich **17** des Durchbruchs **5** auf, welcher in Richtung auf den Endbereich des Grundkörpers **3**, anschließend an den Bereich **15** vorgesehen ist. Gegebenenfalls kann auch noch der sich an den Bereich **17** anschließende Bereich **19**, welcher einen nochmals vergrößerten Durchmesser beziehungsweise Querschnitt aufweist, ganz oder teilweise mit dem adhäsiven Material aufgefüllt werden.

[0054] Die in **Fig. 2** dargestellte Verbindungskomponente in Form eines Koppелеlements **100** weist ebenfalls einen Grundkörper **103** auf, in welchem wiederum ein Lichtwellenleiter **7** fluidisch dicht gehalten ist. Der Grundkörper **103** weist im Wesentlichen dieselbe Form und dieselbe Dimensionierung auf wie der Grundkörper **3** des optischen Steckers in **Fig. 1**. Daher sind entsprechende Teile und Bereiche des Grundkörpers **103** mit identischen Bezugszeichen wie im Fall des Grundkörpers **3** in **Fig. 1**

bezeichnet. Zusätzlich ist in dem Grundkörper **103** des Koppелеlements **100** eine Fluidkapillare **105** gehalten, welche ebenfalls mit einem Coating **105a** beschichtet ist. Der Grundkörper **103** weist einen weiteren Durchbruch **107** auf, in welchem neben der Fluidkapillare **105** auch ein Stützelement **109** eingesetzt und fixiert ist.

[0055] Der Durchbruch **107** ist im vorderen Bereich mit dem Durchbruch **5** für den Lichtwellenleiter **7** verbunden. Hierzu ist der Durchbruch **5** im vorderen Bereich des Koppелеlements **100**, das heißt vor dem Klemmbereich **11**, gegenüber dem Klemmbereich **11** leicht erweitert. Der leicht erweiterte Bereich **111** mündet wieder in eine Ausnehmung **113**, die gegenüber dem erweiterten Bereich **111** einen größeren Durchmesser aufweist und konzentrisch zur Längsachse des Grundkörpers **103** beziehungsweise konzentrisch zur Längsachse des Lichtwellenleiters **7** ausgebildet ist. Die Ausnehmung **113** dient zur Aufnahme einer ringförmigen Dichtung **115**, die zur fluiddichten Ankopplung des Koppелеlements **100** an eine weitere Komponente, beispielsweise an eine Messzelle für eine chromatographische Einrichtung (nicht dargestellt) dient.

[0056] Die ringförmige Dichtung **115** ist so ausgebildet, dass sie auch bei erfolgter Ankopplung an die weitere Komponente einen Ringraum zwischen der Außenwandung des Lichtwellenleiters **7** und der Innenwandung der Dichtung freilässt. Der sich ergebende Ringraum kann beispielsweise so dimensioniert sein, dass er mit dem durch den erweiterten Bereich **111** gebildeten Ringraum in etwa übereinstimmt. Dies hat in der Chromatographie den Vorteil, dass eine dispersionsarme Verbindung geschaffen wird.

[0057] Der Durchbruch **107** weist in seinem vorderen Ende einen Klemmbereich **117** für die Fluidkapillare **105** auf, die in diesem Bereich frei vom Coating **105a** ist, um eine möglichst konzentrische Fixierung und ausreichende Fixierung im Klemmbereich **117** zu ermöglichen. Der Winkel zwischen der Längsachse der Durchbrüche **107** und **5** beziehungsweise zwischen den Längsachsen der Fluidkapillare **105** und dem Lichtwellenleiter **7** ist so gewählt, dass eine einfache Fertigung und Montage möglich ist und zudem der Fluidfluss nach dem Austritt aus der Fluidkapillare **105** möglichst optimal in den erweiterten Bereich **111** beziehungsweise den hierdurch gebildeten Ringraum eintreten kann. Im rückwärtigen Bereich erweitert sich der Durchbruch **107**, anschließend an den Klemmbereich **117** über einen konischen Bereich **119** in einen Bereich **121** mit nochmals vergrößertem Innendurchmesser. In den Bereich **121** greift das hohlzylindrische Stützelement **109** ein, welches die Fluidkapillare **105** umfasst. Nach der Fixierung des Lichtwellenleiters **7** und der Fluidkapillare **105** mit dem nachstehend erläuterten Montageverfahren

kann der Ringraum zwischen dem Außendurchmesser der Fluidkapillare **105** und der Innenwandung des Stützelements **109** ebenso wie der sich konisch erweiternde Bereich **119** mit einem adhäsiven Material gefüllt werden, um eine verbesserte mechanische Stabilität und eine Zugentlastung für die Fluidkapillare **105** zu erreichen. Das Stützelement **109** kann ebenfalls in den Bereich **121** eingeklebt werden. Es ist jedoch auch möglich, das Stützelement **109** mittels des nachstehend erläuterten Expansions- und Schrumpfprozesses im Grundkörper **103** zu fixieren.

[0058] Im mittleren Bereich **123** weist der Grundkörper bei der in **Fig. 2** dargestellten Variante eine im Wesentlichen kreiszylindrische Form auf. Der Durchmesser dieses Bereichs kann dazu dienen, um bei der Montage des Koppелеlements **100** mit der damit zu verbindenden Komponente eine ausreichende Vorführung zu erreichen, die genügt, um den über die Stirnseite des Koppелеlements hinausragenden Teil des Lichtwellenleiters **7** in eine entsprechende Ausnehmung der weiteren Komponente einzuführen, ohne dass eine Beschädigung des Lichtwellenleiters erfolgt.

[0059] An seiner Vorderseite weist der Grundkörper **103** einen Positionierbereich **125** auf, der gegenüber dem mittleren Bereich **123** einen reduzierten Durchmesser aufweist. Dieser im Wesentlichen zylindrische Bereich dient zur exakten Positionierung des Koppелеlements in der das Koppелеlement **100** aufnehmenden Komponente. Diese weist hierzu eine komplementär ausgebildete Ausnehmung auf, deren Innendurchmesser im Wesentlichen dem Außendurchmesser des Positionierbereichs **125** entspricht. Der Positionierbereich **125** muss somit sehr genau koaxial zur Längsachse des Grundkörpers **103** beziehungsweise zur Längsachse des im Grundkörper fixierten Lichtwellenleiters **7** hergestellt sein.

[0060] Die Herstellung des optischen Steckers **1** nach **Fig. 1** beziehungsweise des Koppелеlements **100** gemäß **Fig. 2** kann erfindungsgemäß wie folgt durchgeführt werden:

Der aus einem Material mit größerem Temperaturendeckungskoeffizienten bestehende Grundkörper **3** beziehungsweise **103** wird zunächst mit ausreichender Genauigkeit vorgefertigt. Hierbei werden auch bereits die Durchbrüche **5** und **107** hergestellt.

[0061] Die Durchbrüche **5**, **107** in den Klemmbereichen **11**, **117** werden so vorgefertigt, dass diese Bereiche geringfügig kleinere Querschnittsabmessungen aufweisen als die Querschnittsabmessungen des jeweiligen Einsatzteils, das im jeweiligen Klemmbereich zu fixieren ist. In einem thermischen Prozess werden die Querschnittsabmessungen des Grundkörpers **3**, **103** im Klemmbereich **11**, **117**, **121** gegenüber den Querschnittsabmessungen des Einsatzteils

so erweitert, dass das Einsatzteil **7, 105, 109** in den betreffenden Durchbruch **5, 107** eingesetzt werden kann und sich nach Abschluss des thermischen Prozesses ausreichend hohe radiale Klemmkräfte ergeben, um das Einsatzteil **7, 105, 109** bei Temperaturen innerhalb eines vorgegebenen Arbeits-Temperaturbereich für die Verbindungskomponente **1, 100** fluidisch dicht mit dem Grundkörper zu verbinden (d.h. bei im Wesentlichen derselben Temperatur für das Einsatzteil und den Grundkörper oder bei einer ausreichend geringen Temperaturdifferenz innerhalb welcher die Klemmkräfte noch ausreichend hoch sind).

[0062] Das Material, aus dem die Fluidkapillare **105** beziehungsweise der Lichtwellenleiter **7** bestehen (einerseits beziehungsweise Glas oder Kunststoff andererseits) weist einen niedrigeren Temperaturausdehnungskoeffizienten auf als das Material des Grundkörpers. Erfindungsgemäß wird ein Material für den Grundkörper **3, 103** gewählt, dessen Temperaturausdehnungskoeffizient mindestens doppelt so groß ist wie der Temperaturausdehnungskoeffizient des Materials für den Lichtwellenleiter **7** und die Fluidkapillare **105**.

[0063] Zwar wäre das Verfahren grundsätzlich auch mit Materialien für den Lichtwellenleiter **7** und die Fluidkapillare **105** sowie den Grundkörper **3, 103** durchführbar, welche sehr ähnliche oder gar identische Temperaturausdehnungskoeffizienten aufweisen, jedoch würde dies den Fertigungsprozess schwieriger gestalten. Insbesondere müsste beim Einsetzen der Einsatzteile, also der Lichtwellenleiter **7**, der Fluidkapillare **105** und gegebenenfalls des Stützelements **109**, eine ausreichende Temperaturdifferenz zwischen diesen Komponenten und dem Grundkörper bestehen und das Einsetzen ausreichend schnell durchgeführt werden, bevor die Einsatzteile eine höhere Temperatur annehmen und sich infolge der damit verbundenen Ausdehnung nicht mehr in die nur geringfügig größer hergestellten Klemmbereiche einsetzen lassen (dies gilt zumindest dann, wenn für das Einsetzen eine Temperaturausdehnung des Grundkörpers erforderlich ist und der Querschnitt der Klemmbereiche nicht bei der Ausgangstemperatur größer gewählt sind als die Abmessungen des betreffenden Einsatzteils).

[0064] In einem nächsten Schritt kann dann der Grundkörper zumindest im Bereich der Klemmbereiche **11, 117** auf eine höhere Temperatur gebracht werden, die ausreicht, um infolge der Temperaturausdehnung des Materials die Querschnittsabmessungen des jeweiligen Klemmbereichs **11, 117** so zu erweitern, dass das Einsatzteil in den Durchbruch **5, 105** beziehungsweise den Klemmbereich **11, 117** eingesetzt und axial positioniert werden kann.

[0065] Nach einer Abkühlung ist dann das Einsatzteil im Klemmbereich **11, 117** fixiert. Selbstverständlich müssen hierzu die Ausgangsabmessungen der Durchbrüche in den Klemmbereichen **11, 117** in Bezug auf die Außenabmessungen der Einsatzteile so gewählt werden, dass sich nach dem Abkühlen auf eine Temperatur innerhalb eines Arbeitsbereichs ausreichende Fixier- und Haltekräfte ergeben.

[0066] Zumindest bei dem Koppелеlement **100** gemäß **Fig. 2** müssen die Haltekräfte und die Geometrie des Klemmbereichs **11, 117** auch so gewählt sein, dass sich nach dem Abkühlen eine Fixierung derart ergibt, dass die Verbindung auch fluidisch dicht ist. Dies setzt auch eine ausreichende Oberflächenqualität voraus.

[0067] Des Weiteren wäre es selbstverständlich auch möglich, bei Materialien mit unterschiedlichem Temperaturausdehnungskoeffizienten beide Komponenten derart zu erwärmen, dass sich bei einer Zieltemperatur ein gegenüber den Außenabmessungen des Einsatzteils ausreichend großer Durchbruch im Grundkörper ergibt.

[0068] Schließlich kann anstelle einer alleinigen Erwärmung des Grundkörpers auch oder zusätzlich eine Abkühlung des Einsatzteils erfolgen, so dass sich dessen Außenabmessungen (im Querschnitt) verringern.

[0069] In einer weiteren Variante kann für das Einsatzteil ein Material mit einem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten gewählt werden, so dass allein durch dessen Abkühlung (oder ggf. bei zusätzlicher Erwärmung des Grundkörpers) das Einsatzteil in den betreffenden Durchbruch eingesetzt werden kann.

[0070] Nach dem Fixieren der Einsatzelemente in den Klemmbereichen **11, 117** kann dann, wie vorstehend beschrieben, ein adhäsives Material in die betreffenden Bereiche **15, 17, 19** beziehungsweise **119** und in den Ringraum zwischen der Fluidkapillare **105** und der Innenwandung des Durchbruchs im Stützelement **109** eingebracht werden.

[0071] Wie vorstehend bereits angedeutet, kann auch das Stützelement **109** mit dem vorstehend erläuterten Verfahren im Bereich **121** fixiert werden.

[0072] Wird als Material für den Grundkörper ein thermoplastischer Kunststoff gewählt, der ein Quellverhalten bei einer Erwärmung oberhalb einer Mindesttemperatur zeigt, so kann dies dem gewünschten Schrumpfvorgang beim Erkalten entgegenwirken, so dass sich im Extremfall keine ausreichende Fixierung mehr zwischen dem Einsatzteil und dem Grundkörper in den Klemmbereichen **11, 117** ergibt. Diesem Problem kann dadurch vorgebeugt werden, dass ein

derartiges Material nicht über eine bestimmte Maximaltemperatur erwärmt wird, ab welcher sich ein derart nachteiliges Quellverhalten in unzulässigem Maß zeigt.

[0073] Materialien, die ein solches Quellverhalten zeigen sind beispielsweise thermoplastische Kunststoffe aus der Gruppe der Polyetherketone, insbesondere PEEK, PEKEK etc.

[0074] Ein derartiger Quellprozess kann jedoch rückgängig gemacht werden, wenn der Grundkörper über eine ausreichende Zeit auf eine Temperatur innerhalb eines Temperbereichs erwärmt wird. Der Temperbereich liegt dabei unter der Schmelztemperatur für die kristalline Phase des Materials. Durch ein derartiges Tempern wird erreicht, dass sich ein bestimmter maximaler Anteil der amorphen Phase des Materials wieder in eine kristalline Phase wandelt, welche ein geringeres Volumen aufweist als die amorphe Phase. Damit ergeben sich wieder ausreichende Haltekräfte.

[0075] Diese Materialeigenschaft kann separat oder in Verbindung mit dem vorstehend geschilderten Verfahren zur Montage der Einsatzteile dazu verwendet werden, um eine ausreichende Fixierung der Einsatzteile im Grundkörper zu erreichen.

[0076] Beispielsweise kann ein Grundkörper mit einem Ausgangsmaterial verwendet werden, der nur einen relativ geringen Anteil an kristalliner Phase aufweist. Das Quellverhalten bei einer Erwärmung ist dementsprechend gering. Zusätzlich kann durch ein Tempern für eine gewisse Zeit erreicht werden, dass sich höhere Anpresskräfte zwischen dem Grundkörper und dem Einsatzteil ergeben als im Fall einer reinen Abkühlung, da hier ein zusätzliches Schrumpfverhalten des Materials erzeugt wird.

[0077] Im Extremfall kann der Durchbruch im Bereich der Klemmbereiche **11**, **117** auch so vorgefertigt werden, dass dieser bereits im Ausgangszustand größere Querschnittsabmessungen aufweist als die Einsatzteile. Die Montage kann dann so erfolgen, dass das betreffende Einsatzteil in den Klemmbereich **11**, **117** (und gegebenenfalls auch **121**) eingesetzt und positioniert wird. Anschließend erfolgt ein Tempern für eine ausreichend lange Zeitspanne, wodurch sich ein Schrumpfprozess in der vorstehend erläuterten Weise ergibt. Selbstverständlich ist es hierzu erforderlich, im Ausgangszustand ein Material mit relativ geringer kristalliner Phase zu verwenden. Dies setzt voraus, dass bei der Vorfertigung enge Toleranzen eingehalten werden, um nach dem Schrumpfprozess ausreichend hohe radiale Klemmkräfte zu erzeugen.

[0078] Anschließend kann selbstverständlich, wie vorstehend beschrieben, das adhäsive Material als

Schutz oder zur zusätzlichen Fixierung des Einsatzteils eingebracht werden.

[0079] In der Phase der Volumenzunahme des Grundkörpers, sei es durch die rein thermische Ausdehnung oder durch den zusätzlichen Quellprozess, kann auch eine Umformung an einer Außenfläche des Grundkörpers erfolgen. Hierzu kann mittels eines Formgebungselements die Ausdehnung in einem vorgegebenen Teilbereich unterdrückt werden. Beispielsweise kann bei dem Koppелеlement **100** in **Fig. 2** vor Beginn einer Temperaturerhöhung des Grundkörpers **103** ein Formgebungselement in Form eines Rings mit einem vorgegebenen Innendurchmesser um den Positionierbereich **125** gelegt werden. Anstelle der Verwendung eines Rings bzw. eines Formgebungselements kann selbstverständlich der Grundkörper auch in eine entsprechende Vorrichtung eingesetzt werden, die zusätzlich zur Formgebung zur Erhitzung des Grundkörpers dient.

[0080] Das Formgebungselement beschränkt somit die Ausdehnung infolge der Temperaturausdehnung und/oder infolge des Quellprozesses. Dies führt zu einer plastischen Verformung des Materials in diesem Bereich. Das Formgebungselement kann dabei eine Innenwandung mit einer vorgegebenen Struktur aufweisen, so dass, eine ausreichende Ausdehnung beziehungsweise Volumenzunahme vorausgesetzt, die Umfangsfläche **125a** des Positionierbereichs **125** mit einer entsprechenden Struktur versehen werden kann. Stattdessen kann selbstverständlich auch nur eine verbesserte Glattheit der Umfangsfläche **125a** des zylindrischen Positionierbereichs **125** beziehungsweise ein möglichst exakt kreisförmiger Querschnitt (selbstverständlich auch ein beliebiger vorgegebener Querschnitt) erreicht werden.

[0081] Die bei der Abkühlung auf eine Temperatur innerhalb des Arbeitsbereichs eintretende Volumenreduzierung muss selbstverständlich bei der Dimensionierung des Formgebungselements berücksichtigt werden.

[0082] Gleiches kann auch bei der Herstellung einer Innenfläche geschehen, beispielsweise der Innenwandung **13a** der Ausnehmung **13** in der Stirnseite des Grundkörpers **3** im Fall des optischen Steckers nach **Fig. 1**.

[0083] Die Umformung einer Innenfläche muss dabei selbstverständlich während des Schrumpfens beziehungsweise der Volumenabnahme des Materials erfolgen, gleichgültig ob diese durch eine Abkühlung oder einen Schrumpfprozess infolge der Umwandlung von amorphem Anteil in einen kristallinen Anteil des Materials des Grundkörpers hervorgerufen wird. Hierzu kann ein Formgebungselement in die Ausnehmung **13** eingesetzt werden, bevor der Schrumpfprozess beziehungsweise die Volumenab-

nahme des Materials des Grundkörpers **3** beginnt. Ist das Formgebungselement so dimensioniert, dass der Schrumpfprozess im Bereich der Ausnehmung **13** beziehungsweise der Innenwandung **13a** begrenzt ist, erfolgt wiederum eine plastische Umformung des Materials in diesem Bereich. Es kann wiederum eine Verbesserung der Glattheit der Innenwandung erreicht werden oder das Herstellen einer gewünschten Struktur, wie einem möglichst exakt kreisförmigen Querschnitt.

[0084] Selbstverständlich kann die Umformung in beiden Fällen auch dazu verwendet werden, um eine möglichst exakte Dimensionierung (des Querschnitts) nach dem Abkühlen zu erreichen.

[0085] Es ist ebenfalls möglich, nur für das Einsatzteil **7**, **105**, **109** oder sowohl für das Einsatzteil **7**, **105**, **109** als auch für den Grundkörper **3**, **103** ein Material zu verwenden, das dieses Quellverhalten zeigt. Der thermische Prozess muss dann so gestaltet werden, dass sich nach dessen Abschluss ausreichend hohe Klemmkräfte ergeben. Dies kann durch ein Quellen des Materials des Einsatzteils **7**, **105**, **109** oder durch eine Volumenreduzierung des Materials des Grundkörpers **3**, **103** in der vorstehend beschriebenen Weise erfolgen.

[0086] In allen Varianten ermöglicht das vorstehend erläuterte Herstellungsverfahren eine hervorragende und einfache Fixierung eines Einsatzteils in einem Grundkörper, wobei die Verbindung ohne jegliches Aufschmelzen des Materials oder des Einsatzes eines Adhäsivs eine hervorragende fluidische Dichtigkeit aufweist. Damit sind auch dispersionsarme Verbindungen ohne die Verwendung von weiteren Bauteilen, wie Ferrulen, Dichtungen etc., ausschließlich durch den Einsatz eines thermischen Expansions- bzw. Kontraktions- oder Schrumpfprozesses möglich.

Bezugszeichenliste

1	Verbindungskomponenten/optischer Stecker
3	Grundkörper
3a	Stirnseite
5	Durchbruch
7	Lichtwellenleiter
7a	Coating
11	Klemmbereich
13	Ausnehmung
13a	Innenwandung
15	Bereich
17	Bereich

19	Bereich
100	Verbindungskomponente/Koppelement
103	Grundkörper
105	Fluidkapillare
105a	Coating
107	Durchbruch
109	Stützelement
111	erweiterter Bereich
113	Ausnehmung
115	Dichtung
117	Klemmbereich
119	Bereich
121	Bereich
123	mittlerer Bereich
125	Positionierbereich
125a	Umfangsfläche

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer fluidischen Verbindungskomponente für die Chromatographie, welche aus einem Grundkörper (3, 103) und mindestens einem im Grundkörper (3, 103) gehaltenen Einsatzteil (7, 105, 109) besteht, **dadurch gekennzeichnet**, (a) dass der Grundkörper (3, 103) mit wenigstens einem Durchbruch (5, 107) für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) vorgefertigt wird, und (b) dass das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) durch einen thermischen Prozess unter Ausnutzen einer nur während des thermischen Prozesses auftretenden Wärmeausdehnung des Grundkörpers (3, 103) und/oder des Einsatzteils (7, 105, 109) und unter Ausnutzen einer thermisch bedingten, nach Abschluss des thermischen Prozesses bleibenden Volumenänderung des Grundkörpers (3, 103) und/oder des Einsatzteils (7, 105, 109) fluidisch dicht mit dem Grundkörper (3, 103) verbunden wird, (c) wobei hierzu das Material und die Geometrie des Grundkörpers (3, 103) und des Einsatzteils (7, 105, 109) und der thermische Prozess so gewählt werden, dass nach Abschluss der thermischen Behandlung in einem Klemmbereich (11, 117) entlang des Verlaufs des Durchbruchs (5, 107) derart hohe radiale Klemmkräfte zwischen dem Grundkörper (3, 103) und dem Einsatzteil (7, 105, 109) auftreten, dass eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem Grundkörper (3, 103) und dem Einsatzteil (7, 105, 109) bei Temperaturen innerhalb eines Arbeits-Temperaturbereichs gegeben ist, und (d) wobei das Temperaturprofil des thermischen Prozesses so gewählt wird, dass es nicht zu einem An- oder Aufschmelzen von Berührungsbereichen zwischen dem Grundkörper und dem wenigstens einen

Einsatzteil kommt, wobei als Material für den Grundkörper (3, 103) Kunststoff, und als Material für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) Glas verwendet wird, wobei der Temperatúrausdehnungskoeffizient des Kunststoffs mindestens doppelt so groß ist wie der Temperatúrausdehnungskoeffizient des Glases, oder dass als Material für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) Kunststoff, und als Material für den Grundkörper (3, 103) Glas verwendet wird, wobei der Temperatúrausdehnungskoeffizient des Kunststoffs (7, 105, 109) mindestens doppelt so groß ist wie der Temperatúrausdehnungskoeffizient des Glases (3, 103).

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

(a) dass der Grundkörper (3, 103) so vorgefertigt wird, dass die Innenabmessungen des Durchbruchs (5, 107) für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) im Klemmbereich (11, 117) bei einer Temperatur innerhalb des Arbeitstemperaturbereichs geringfügig kleiner sind als die Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils (7, 105, 109) bei einer Temperatur innerhalb des Arbeitstemperaturbereichs, und
 (b) dass die Materialien des Grundkörpers (3, 103) und des Einsatzteils (7, 105, 109) auf vorbestimmte gemeinsame Temperatur gebracht werden, die außerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs liegt, oder dass eine vorbestimmte Temperaturdifferenz zwischen dem Material des Grundkörpers (3, 103) und dem Material des Einsatzteils (7, 105, 109) erzeugt wird, wobei die vorbestimmte gemeinsame Temperatur oder die Temperaturdifferenz in Bezug auf die Wärmeausdehnungseigenschaften des Materials des Grundkörpers (3, 103) und des Materials des wenigstens einen Einsatzteils (7, 105, 109) so gewählt werden, dass das Einsatzteil (7, 105, 109) in den Durchbruch (5, 107) einsetzbar ist,
 (c) dass das Einsatzteil (7, 105, 109) in den Durchbruch (5, 107) eingesetzt wird und
 (d) dass der sich anschließende Teil des thermischen Prozesses so ausgebildet ist, dass das Einsatzteil (7, 105, 109) bei einer Temperatur von Einsatzteil und Grundkörper innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs fluidisch dicht im Grundkörper (3, 103) gehalten ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,

(a) dass als Material für den Grundkörper (3, 103) und/oder als Material für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) ein Material verwendet wird,
 (i) welches teilweise aus einer kristallinen Phase und teilweise aus einer amorphen Phase besteht,
 (ii) welches bei einer Erwärmung über eine Schmelztemperatur für die kristalline Phase, welche oberhalb des Arbeits-Temperaturbereichs liegt, infolge eines Umbaus eines Teils der kristallinen Phase in die amorphe Phase eine Volumenzunahme zeigt, welche bei einer derart raschen Abkühlung, die keinen voll-

ständigen Rückbau des in die amorphe Phase umgewandelten Anteils des kristallinen Anteils in die kristalline Phase oder darüber hinaus erlaubt, zumindest teilweise erhalten bleibt, und

(iii) welches bei einer Temperatur innerhalb eines Temperaturbereichs, welcher unterhalb der Schmelztemperatur der kristallinen Phase und oberhalb des Arbeits-Temperaturbereichs liegt, eine Volumenabnahme infolge einer Umwandlung der amorphen Phase in die kristalline Phase zeigt, bis ein minimales Volumen bei Erreichen eines maximalen Anteils der kristallinen Phase erreicht ist, und

(b) dass das Material und der Anteil der kristallinen Phase im Material des vorgefertigten Grundkörpers und/oder das Material und der Anteil der kristallinen Phase im Material für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) und der Temperaturverlauf des thermischen Prozesses so gewählt werden, dass sich nach dessen Abschluss eine fluidisch dichte Verbindung zwischen dem wenigstens einen Einsatzteil (7, 105, 109) und dem Grundkörper (3, 103) ergibt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, soweit dieser nicht auf Anspruch 2 rückbezogen ist, **dadurch gekennzeichnet**,

(a) dass der Grundkörper (3, 103) so vorgefertigt wird, dass die Innenabmessungen des Durchbruchs (5, 107) bei einer Temperatur innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs geringfügig größer sind als die Abmessungen des Querschnitts des Einsatzteils (7, 105, 109) bei einer Temperatur innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs,

(b) dass das Material und der Anteil der kristallinen Phase im Material des Grundkörpers (3, 103) und/oder das Material und der Anteil der kristallinen Phase im Material für das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105, 109) so beschaffen und der thermische Prozess so ausgestaltet sind,

(i) dass das Einsatzteil (7, 105, 109) in den Durchbruch (5, 107) eingesetzt wird und

(ii) dass der Grundkörper (3, 103) bis auf eine Temperatur innerhalb des Temperaturbereichs erwärmt und solange auf einer Temperatur innerhalb des Temperaturbereichs gehalten wird, dass das Einsatzteil (7, 105, 109) bereits vor dem Abkühlen des Grundkörpers auf eine Temperatur innerhalb des Arbeits-Temperaturbereichs, jedenfalls aber nach dem Abkühlen auf eine Temperatur innerhalb des Arbeitstemperaturbereichs fluidisch dicht im Grundkörper (3, 103) gehalten ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Expansion der Außenabmessungen des Grundkörpers (103) während des thermischen Prozesses an wenigstens einer Außenfläche (125a) mit einem Formgebungselement derart begrenzt wird, dass eine plastische Verformung des Grundkörpers (103) auf eine definierte Form, vorzugsweise nach vorgegebenen Maßen, im Bereich der wenigstens einen Außenfläche (125a) eintritt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die plastische Verformung eine durch das Formgebungselement bestimmte Struktur der Außenfläche (125a) oder eine möglichst glatte Außenfläche (125a) des Grundkörpers (103) erreicht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Außenfläche eine geschlossene Ringfläche (125a) ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Expansion der Außenabmessungen des Grundkörpers in einem den Klemmbereich (11, 117) radial umgebenden Bereich erfolgt und durch die plastische Verformung im Bereich des Klemmbereichs (11, 117) eine zusätzliche Erhöhung der radialen Klemmkraften erzeugt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Abkühlen oder Tempern des Grundkörpers (3) der Schrumpfprozess an wenigstens einer Innenfläche (13a) des Grundkörpers (3) mit einem Formgebungselement derart begrenzt wird, dass eine plastische Verformung des Grundkörpers (3) auf eine definierte Form im Bereich der wenigstens einer Innenfläche (13a) eintritt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die plastische Verformung eine durch das Formgebungselement bestimmte Struktur der Innenfläche (13a) oder eine möglichst glatte Innenfläche (13a) des Grundkörpers (3) erreicht wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Innenfläche eine geschlossene Ringfläche (13a) ist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Einsatzteil ein Lichtwellenleiter (7) oder eine Fluidkapillare (105) ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Einsatzteil (7, 105) ein Coating (7a, 105a) aufweist, welches im vorderen Bereich, in welchem das Einsatzteil (7, 105) durch den thermischen Expansions- und Schrumpfprozess mit dem Grundkörper (3, 103) verbunden wird, entfernt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein rückwärtiger Teilbereich des Einsatzteils (7, 105), in welchem das Coating (7a, 105a) entfernt wurde und welcher auf der vom vorderen Ende des Einsatzteils (7, 105) abgewandten Seite des Klemmbereichs (11, 117) liegt, mit einem adhäsiven Material geschützt und vorzugsweise mit dem Grundkörper (3, 103) verbunden wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (3, 103) mit zumindest zwei Durchbrüchen (5, 107) vorgefertigt wird und dass zumindest zwei Einsatzteile mit einem einzigen thermischen Prozess mit dem Grundkörper (3, 103) fluidisch dicht verbunden werden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

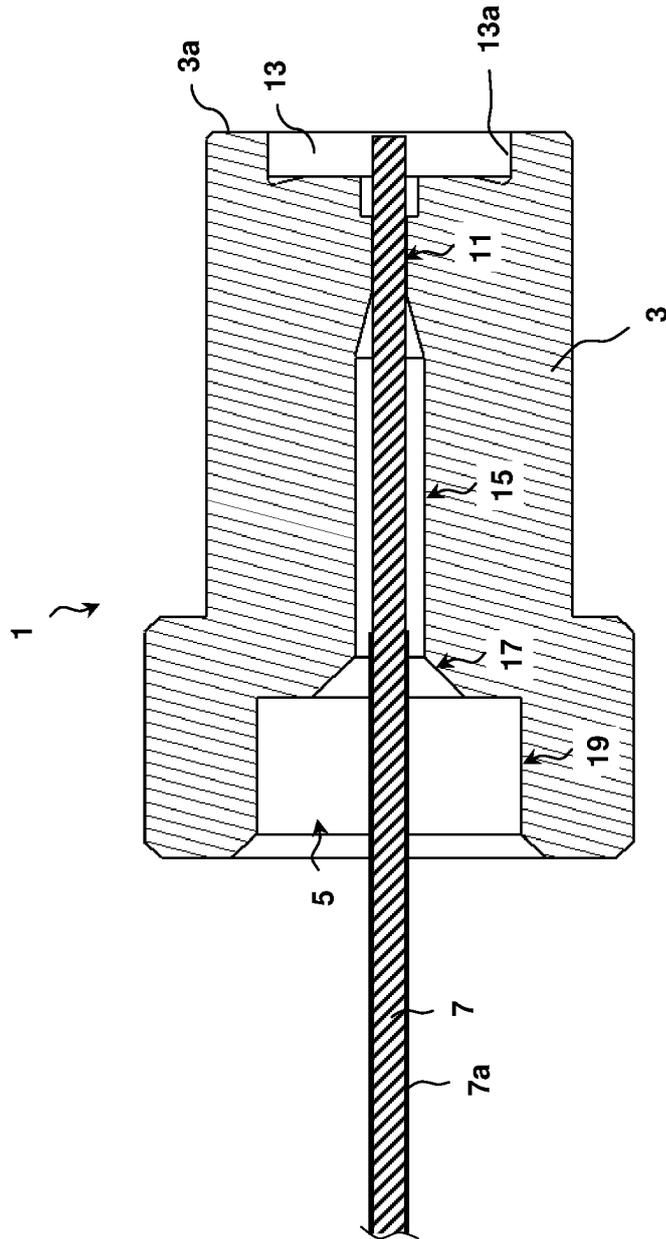


Fig. 1

