(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juli 2006 (13.07.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/072405 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B01L 3/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/013910

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Dezember 2005 (22.12.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 000 799.6 5. Januar 2005 (05.01.2005) DE

(71) Anmelder *(nur für DE)*: **ROCHE DIAGNOSTICS GMBH** [DE/DE]; Sandhofer Strasse 116, 68305 Mannheim (DE).

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von DE, US)*: **F.HOFFMANN-LA ROCHE AG** [CH/CH]; Grenzacherstr. 124, CH-4070 Basel (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **OCVIRK, Gregor** [DE/DE]; Waldshuter Strasse 6, 68239 Mannheim (DE). **HOCHMUTH, Gernot** [DE/DE]; Burgstrasse 16, 55118 Mainz (DE).

(74) Anwälte: **ISENBRUCK, Günter** usw.; Theodor-Heuss-Anlage 12, 68165 Mannheim (DE).

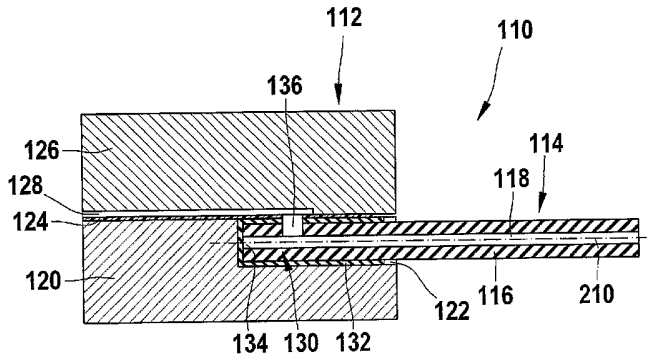
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** FLUID STRUCTURE AND METHOD FOR PRODUCTION OF A FLUID STRUCTURE

(54) **Bezeichnung:** FLUIDISCHE STRUKTUR UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER FLUIDISCHEN STRUKTUR



(57) **Abstract:** In particular in medical diagnostics, analysis or microreactor technology it is frequently necessary to couple fluid conductors (114) to particular, fluid structures, for example, a fluid chip (112). A method for production of a fluid structure (110) is hence disclosed, in which, firstly, an opening (122) accessible from the exterior, is introduced in at least one base substrate (120) of the fluid structure (110). Then, at least one section (130) of a fluid conductor (114), in particular, a tube or hose is at least partly introduced into said at least one opening (122). Furthermore, at least one hardening fluid sealing material (132) is introduced into the at least one opening (122). The at least one fluid sealing material (132) is then partly or completely hardened, which can occur by the effect of electromagnetic radiation, or by a thermal effect. At least one connector channel (136) between at least one inner lumen (118) of the at least one fluid conductor (114) and at least one fluid channel (128) of the fluid structure (110) is generated. On generation of said connector channel (136), mechanical methods, for example, drilling or milling, or also laser ablation methods, laser drilling methods, wet-chemical etching or dry etching and other methods may be used. Said method may be particularly reproducibly carried out, such as to be suitable for a serial production of fluid structures (110). Fluid structures (110), produced by said method have low dead volumes for the fluid connection, whereby said dead volumes are reproducibly produced. Also, several fluid channels (128) may be simultaneously connected to the inner lumen (118) of a fluid conductor (114) and a secure mechanically stable connection between the fluid conductor (114) and a fluid chip (112) may be produced.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/072405 A1

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii)*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Insbesondere im Bereich der medizinischen Diagnostik, der Analytik oder der Mikroreaktorik ist es häufig erforderlich, fluidische Leiter (114) an bestimmte fluidische Strukturen, beispielsweise Fluidik-Chip (112) zu koppeln. Es wird daher ein Verfahren zum Herstellen einer fluidischen Struktur (110) eingebracht wird. Anschliessend wird mindestens ein Abschnitt (130) eines fluidischen Leiters (114), insbesondere eines Rohres oder Schlauches teilweise in die mindestens eine Öffnung (122) eingebracht. Weiterhin wird mindestens ein aushärtbares fluides Dichtmaterial (132) in die mindestens eine Öffnung (122) eingebracht. Anschliessend wird das mindestens eine fluide Dichtmaterial (132) ganz oder teilweise ausgehärtet, wobei beispielsweise erfolgen kann. Anschliessend wird mindestens ein Verbindungskanal (136) zwischen mindestens einem Innenlumen (118) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) und mindestens einem Fluidkanal (128) der fluidischen Struktur (110) erzeugt. Bei der Erzeugung dieses Verbindungskanals (136) lassen sich beispielsweise mechanische Verfahren, zum Beispiel Bohren oder Fräsen oder auch Laserablationsverfahren, Laserbohrverfahren, nasschemisches Ätzen oder Trokkenätzen sowie andere Verfahren einsetzen. Das beschriebene Verfahren lässt sich insbesondere reproduzierbar realisieren, so dass es auch für Serienfertigung fluidischer Strukturen (110) geeignet ist. Weiterhin weisen fluidische Strukturen (110), welche nach dem beschriebenen Verfahren hergestellt worden sind, geringe Totvolumina der fluidischen Verbindung auf, wobei die Totvolumina reproduzierbar realisiert werden können. Zudem lassen sich mehrere Fluidkanäle (128) gleichzeitig mit dem Innenlumen (118) eines fluidischen Leiters (114) verbinden, und es lässt sich eine sichere, mechanisch stabile Verbindung zwischen dem fluiden Leiter (114) und einem Fluidik-Chip (112) herstellen.

Fluidische Struktur und Verfahren zum Erzeugen einer fluidischen Struktur

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ankopplung eines fluidischen Leiters an ein fluidisches System sowie eine Anordnung, welche ein fluidisches System sowie einen nach dem beschriebenen Verfahren an dieses System angekoppelten fluidischen Leiter aufweist. Derartige Anordnungen und fluidische Systeme werden insbesondere in der chemischen Analytik, der medizinischen Diagnostik und für andere biologische und medizinische Anwendungen eingesetzt. Auch in der chemischen Synthese und Reaktorik können derartige Anordnungen und Systeme eingesetzt werden. Insbesondere lassen sich derartige Anordnungen und Systeme in Form mikrofluidischer Systeme einsetzen.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind verschiedene Verfahren bekannt, mittels derer fluidische Leiter, insbesondere Schlauchsysteme an fluidische Systeme, beispielsweise mikrofluidische Chips, angekoppelt werden können. Der Zweck derartiger Systeme kann dabei sehr unterschiedlich sein, wobei jedoch insbesondere die oben genannten Anwendungen der Analyse und Diagnostik in biologischen und medizinischen Anwendungen, beispielsweise zum Zwecke der Mikrodialyse sowie die chemische Reaktorik im Vordergrund stehen.

Die WO 03/072251 A2 beschreibt ein Mikrofluidsystem mit mindestens einem durchströmbaren Volumen und mindestens einer mit dem Volumen verbundenen Anschlusseinrichtung, die in Form einer sich verjüngenden Vertiefung oder einer sich verjüngenden Erhöhung ausgebildet ist. Weiterhin beschreibt die WO 03/072251 A2 eine Steckereinrichtung zur Verwendung in einem derartigen Mikrofluidsystem, welche derart ausgebildet ist, dass sie in Eingriff mit der beschriebenen Anschlusseinrichtung bringbar ist. Das in der WO 03/072251 A2 beschriebene Mikrofluidsystem weist jedoch in der praktischen Anwendung einige Nachteile auf. So ist insbesondere die Herstellung derartiger Mikrofluidsysteme aufwändig, da die Herstellung der sich verjüngenden Vertiefungen beziehungsweise der sich verjüngenden Erhöhungen in der Anschlusseinrichtung technisch schwer zu

realisieren ist und auch die entsprechende Steckereinrichtung ein aufwändiges Herstellungsverfahren erforderlich macht. Weiterhin weist das in der WO 03/072251 A2 beschriebene Mikrofluidsystem ein undefiniertes Totvolumen auf, da sich beim Zusammenstecken der beschriebenen Anschlusseinrichtung und der Steckereinrichtung entsprechende Hohlräume bilden können, welche zunächst mit Fluid gefüllt werden müssen. Zudem ist die beschriebene Anordnung nur für Schläuche beziehungsweise Röhren mit relativ großer mechanischer Belastbarkeit anwendbar.

Aus US 2004/0017078 A1 ist eine Verbindung zwischen einem mikrofluidischen System und einem Schlauch bekannt, bei der in dem mikrofluidischen System ein Anschlussstutzen ausgebildet ist, auf welchen ein flexibler Schlauch aufgesteckt werden kann. Dabei ragt der Anschlussstutzen nicht über die Substratoberfläche des mikrofluidischen Systems hinaus, sondern liegt in einer Bohrung im Substrat versenkt. Auch das in der US 2004/0017078 A1 beschriebene Systeme weist, ähnlich dem in der WO 03/072251 A2 beschriebenen System, den Nachteil auf, dass die Verbindung nur für flexible Schläuche mit relativ großer mechanischer Belastbarkeit anwendbar ist.

In Gray et al.: "Novel interconnection technologies for integrated microfluidic systems", Sensors and Actuators 77 (1999), 57-65, werden verschiedene Verfahren dargestellt, mittels derer fluidische Anschlüsse an Silizium-basierte integrierte mikrofluidische Systeme realisiert werden können. Insbesondere werden dabei wieder durch reaktives Ionenätzen hergestellte Anschlussvertiefungen vorgeschlagen, welche mit in den Silizium-Chip integrierten fluidischen Kanälen in Verbindung stehen und in welche entsprechend fluidische Röhrchen eingefügt werden können. Diese Öffnungen beziehungsweise Vertiefungen können auch wieder, ähnlich der in der US 2004/0017078 A1 beschriebenen Methode, mit eingelassenen Anschlussstutzen versehen sein. Die Nachteile der beschriebenen Verfahren sind jedoch ähnlich zu den bereits oben beschriebenen Nachteilen und bestehen insbesondere darin, dass das Verfahren auf ätzbare Substrate, insbesondere Silizium, beschränkt ist und aufwändige apparative Techniken, wie beispielsweise reaktives Ionenätzen, erforderlich machen.

Die DE 202 16 216 U1 offenbart ein mikrofluides System, insbesondere einen Mikro-Flusssensor, welches eine Ein-/Ausgangsöffnung in einem Wafer und ein Anschlusselement für die Ein-/Ausgangsöffnung aufweist. Das Anschlusselement deckt die Oberfläche des Wafers im Bereich der Ein-/Ausgangsöffnung ab und weist einen Mantel mit einem Vorsprung auf. Zwischen dem Vorsprung des Mantels und dem Wafer wird eine Klebeverbindung hergestellt. Auch die in der DE 202 16 216 U1 dargestellte Lösung zum Ver-

binden des Anschlusselements mit dem mikrofluidischen System weist für den praktischen Einsatz, insbesondere für die oben genannten Zwecke, zahlreiche Nachteile auf. So treten insbesondere beim Herstellen der Verbindung zwischen dem Anschlusselement und dem Wafer große Totvolumina auf, welche sich gerade in mikrofluidischen Systemen nachteilig bemerkbar machen und nur schwer berechenbar sind. Weiterhin führt das beschriebene Verbindungsverfahren zu mikrofluidischen Systemen mit einer vergleichsweise geringen Packungsdichte der Anschlusselemente, was insbesondere dadurch bedingt ist, dass die Anschlusselemente von außen durch die Klebeverbindung versiegelt werden. Eine hohe Packungsdichte ist jedoch für viele Anwendungen im Bereich der Mikrofluidik eine unerlässliche Voraussetzung.

In Meng et al.: "Micromachined Fluid Couplers", in „Proceedings Of The Micro Total Analysis Systems 2000 Symposium“, Held in Enschede, The Netherlands, 14-18 May 2000, Herausgeber: Berg et al., MESA Monographs, Kluwer Academic Publishers, Niederlande, S. 41-44, werden Standard-Anschlusselemente beschrieben, mittels derer entsprechende Röhren mit einem in einem Silicium-Wafer eingebetteten mikrofluidischen System verbunden werden können. Dabei werden Silizium-Wafer derart strukturiert, dass sie auf der einen Seite eine Röhre aufnehmen und auf der anderen Seite mit der Ein-/Ausgangsöffnung eines Wafers verbunden werden können. Die beschriebenen Anschlusselemente werden dabei direkt aus Silizium gefertigt (bulk coupler beziehungsweise post coupler) oder von einer Siliziumform in einem Polymer abgeformt (moulded coupler). Der polymere Koppler kann an dem Wafer oder Substrat durch Kleben, insbesondere durch Schmelzkleben, befestigt werden. Das beschriebene Verfahren beziehungsweise die beschriebenen Verbindungen weisen jedoch den Nachteil auf, dass das Herstellungsverfahren der Koppler extrem aufwändig ist und mehrere halbleitertechnische Herstellungsschritte beinhaltet. Zudem sind aufwändige apparative Einrichtungen, wie beispielsweise Einrichtungen zum reaktiven Ionenätzen, erforderlich. Weiterhin ist das beschriebene Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen nur für Röhren mit relativ großer mechanischer Belastbarkeit anwendbar.

In Yao et al.: " Micromachined Rubber O-ring Microfluidic Couplers”, 13th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2000), Miyazaki, Japan, 23.-27. Januar 2000, wird ein Anschlusskonzept für Röhren an einen Silizium-Mikrofluidic-Chip beschrieben, bei welchem integrierte Gummi- beziehungsweise Silikon-O-Ringe erzeugt werden. Das beschriebene Verfahren ist jedoch wiederum sehr aufwändig, da insbesondere die Herstellung der integrierten Dichtringe apparativ aufwändig ist. Weiterhin ist das beschriebene Verfahren, wie auch teilweise die oben beschriebenen Ver-

fahren auf Substratmaterialien beschränkt, welche entsprechende Ätztechniken und andere halbleitertechnische Verfahren zulassen, also insbesondere Silizium.

In Puntambekar et al.: „Self-aligning microfluidic interconnects for glass- and plastic-based microfluidic systems", in Journal of Micromechanics and Microengineering, 12 (2002), 35-40 und Puntambekar et al.: „Self-aligning microfluidic interconnects with low dead volume", in „Proceedings Of The Micro Total Analysis Systems 2000 Symposium", Held in Enschede, The Netherlands, 14-18 May 2000, Herausgeber: Berg et al., MESA Monographs, Kluwer Academic Publishers, Niederlande, S. 323-326, werden mikrofluidischen Verbindungen beschrieben, welche für serielle und parallele Anschlusstechniken mit geringem Totvolumen und geringem Druckabfall (ca. 1000 Pa) geeignet sind. Dabei wird das anzuschließende Ende eines Schlauches mit einem zusätzlichen Flansch-Schlauch umgeben. Das aufnehmende Substrat weist im Inneren eine Flansch-Kavität auf, in welche beim Einschieben des beschriebenen doppelten Schlauchendes ein Teil des Flansch-Schlauches eindringen kann, um so eine feste Verbindung mit dem Substrat zu bilden. Wiederum ist das beschriebene Verfahren jedoch vergleichsweise aufwändig, da insbesondere die Herstellung des Anschlussstücks hohe Temperaturen (über 300 °C) und großen Druck voraussetzt. Insbesondere ist aufgrund dieser Herstellungsbedingungen das beschriebene Verfahren nicht für Polymersubstrate geeignet. Weiterhin ist die beschriebene Verbindung nur für Röhren mit vergleichsweise großer mechanischer Belastbarkeit anwendbar, weil der anzuschließende Schlauch unter hoher Krafteinwirkung in das Substrat eingepresst werden muss.

Die US 6,290,791 B1 und die EP 0 944 794 B1 offenbaren eine Anordnung mit einer mikromechanisch hergestellten Struktur sowie einer Kapillare oder Röhre und ein Verfahren zum Anschließen der Kapillare oder Röhren an die Struktur. Die mikromechanisch hergestellte Struktur weist dabei ein Substrat auf, in welches fluidische Flusskanäle eingelassen sind, welche in Verbindung stehen mit einer Öffnung, in welche die Röhre eingelegt werden kann. Anschließend wird eine abdichtende Substanz in die Öffnung um die Röhre eingeleitet und ausgehärtet, um die Röhre innerhalb der Öffnung abzudichten. Ein Problem besteht dabei insbesondere darin, zu verhindern, dass die abdichtende Substanz in den Schlauch beziehungsweise die Röhre eindringt und diese verschließt. Zum Lösen dieses Problems werden verschiedene Alternativen vorgeschlagen. Insbesondere wird vorgeschlagen, als abdichtende Substanz einen lichthärtenden Klebstoff einzusetzen, wobei das eingelegte Ende des Schlauchs beziehungsweise der Röhre mit einer geeigneten Lichtquelle bestrahlt wird, so dass der lichthärtende Klebstoff vor Erreichen des Endes des Schlauches beziehungsweise der Röhre ausgehärtet und dadurch abgestoppt wird, insbesondere wenn die eingefügte Länge eines Schlauches, also die Länge, auf der ein Schlauch in die

Öffnung eingeschoben wird, nur sehr kurz ist (insbesondere kürzer als 1 mm), ist ein Abstoppen eines lichthärtenden Klebstofs sehr schwierig, da insbesondere die eingesetzten Lichtquellen selbst über eine gewisse Ausdehnung und Randunschärfe verfügen und kaum mit der erforderlichen Präzision positionierbar sind. Weiterhin wird alternativ auch vorgeschlagen, dass ein Faden in den Schlauch beziehungsweise die Röhre eingefügt wird, welcher nicht mit der abdichtenden Substanz verbindbar ist, so dass die fluidische Verbindung zwischen der Kapillaröffnung und dem anschließenden Kanal durch den Faden freigehalten wird. Der Faden muss nachträglich entfernt werden können.

Das in der US 6,290,791 B1 und der EP 0 944 794 B1 beschriebene Verfahren ist jedoch aufgrund der bereits genannten Problematik mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden, welche die Tauglichkeit des beschriebenen Verfahrens für einen Serieneinsatz drastisch senken. Das Einfügen eines Fadens in eine Röhre beziehungsweise einen Schlauch ist für einen Serieneinsatz kaum realisierbar, da hierfür insbesondere Handarbeit oder äußerst aufwändige technische Apparaturen erforderlich sind. Ein dünnwandiger und leicht deformierbarer Schlauch kann außerdem beim Einfädeln eines Fadens leicht beschädigt werden. Die weiterhin vorgeschlagene Alternative, das Vordringen der abdichtenden Substanz, insbesondere des lichthärtenden Klebstoffes, durch Einwirkung einer Lichtquelle zu kontrollieren, ist mit zahlreichen Unsicherheiten verbunden. Insbesondere eine Schwankung der Lichtintensität der eingesetzten Lichtquelle kann zu unterschiedlichen Laufstrecken des lichthärtenden Klebstoffs in der Öffnung führen und somit in vielen Fällen der Serienfertigung das Ende der Röhre beziehungsweise des Schlauches verschließen oder verengen oder sogar in die fluidischen Kanäle der mikromechanisch hergestellten Struktur eindringen. Weiterhin ist das vorgeschlagene Verfahren darauf angewiesen, dass sich der Schlauch beziehungsweise die Röhre in eine der beschriebenen Öffnungen einfügen lässt. Dies ist insbesondere bei dünnwandigen und leicht deformierbaren Schläuchen nicht ohne weiteres möglich, da diese dabei beschädigt werden können. Weiterhin erfordert die Herstellung der vorgeschlagenen Öffnungen insbesondere ein aufwändiges mikromechanisches Bohren oder Fräsen, da der Leiterkanal des Schlauches exakt zum entsprechenden Leiterkanal der mikrofluidischen Struktur positioniert werden muss, was wiederum eine aufwändige Positionierung relativ zu den in das Substrat eingelassenen fluidischen Flusskanälen erforderlich macht.

In der US 6,605,472 B1 ist ein Verfahren beschrieben, mittels dessen ein Kapillarröhrchen mit einem Mikrochip verbunden werden kann, wobei der Mikrochip eine kapillare Kanalöffnung an einer Kantenoberfläche aufweist. Dabei wird ein auf die Kapillaröffnung ausgerichtetes Loch in die Kante des Mikrochips gebohrt, in welches das Ende des Kapillarröhrchens eingefügt werden kann, so dass das Kapillarröhrchen an den Kapillarkanal des Mik-

rochips angeschlossen ist. Das beschriebene Verfahren ist jedoch wiederum technisch äußerst aufwändig, da – ähnlich zur US 6,290,791 B1 und zur EP 0 944 794 B1 – eine Präzisionsbohrung und Präzisionspositionierung erforderlich ist. Die Bohrung muss axial zu dem Kapillarkanal angeordnet sein, damit Fluid aus dem Kapillarröhrchen unmittelbar in den Kapillarkanal des Mikrochips strömen kann. Weiterhin muss, insbesondere um Totvolumina zu vermeiden, der Bohrungsboden vor dem Einfügen des Kapillarröhrchens nachträglich eingeebnet werden. Zudem wird zum Fixieren des Kapillarröhrchens in der Bohrung ein Heißkleber eingesetzt. Zum Fixieren der Verbindung müssen hohe Temperaturen von bis zu 800 °C aufgebracht werden, was einen Einsatz dieser Methode insbesondere für polymere Strukturen ausschließt.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Ankopplung eines fluidischen Leiters an ein fluidisches System zu offenbaren, welches die dargestellten Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere sollte das beschriebene Verfahren beziehungsweise eine nach diesem Verfahren hergestellte Anordnung kostengünstig sein, insbesondere auch für mikrofluidische Systeme geeignet sein und eine hohe Flexibilität bezüglich der Materialauswahl aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindungen mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Der Wortlaut sämtlicher Ansprüche wird hiermit durch Bezugnahme zum Inhalt dieser Beschreibung gemacht.

Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer fluidischen Struktur vorgeschlagen, beispielsweise einer mikrofluidischen Struktur, welche zu einem der oben genannten Zwecke eingesetzt werden kann. Die fluidische Struktur kann dabei insbesondere zum Verarbeiten beziehungsweise Handhaben fluider Medien dienen, wie beispielsweise von Flüssigkeiten oder Gasen. Insbesondere stehen dabei Anwendungen im Bereich der medizinischen Diagnostik, der Analytik oder der chemischen Reaktorik, insbesondere der Mikroreaktorik im Vordergrund. Das Verfahren soll folgende Schritte aufweisen:

Zunächst wird in ein Grundsubstrat der fluidischen Struktur mindestens eine von außen zugängliche Öffnung eingebracht. Bei dem mindestens einen Grundsubstrat kann es sich beispielsweise um anorganische Substrate, zum Beispiel Siliziumsubstrate oder Glas, oder auch um organische Substrate, insbesondere um verschiedene Polymere, z. B. Silikon, Po-

lycarbonat oder Cyklische Olefine Copolymere (COC), handeln. Auch aus verschiedenen Materialien zusammengesetzte Grundsubstrate sind denkbar.

Bei der mindestens einen Öffnung kann es sich beispielsweise um eine in das mindestens eine Grundsubstrat eingebrachte Bohrung, insbesondere eine Sacklochbohrung mit beispielsweise rundem, ovalem oder vieleckigem Querschnitt handeln. Zusätzlich oder alternativ kann es sich bei der mindestens einen Öffnung auch um eine auf einer Oberfläche des mindestens einen Grundsubstrats angeordnete Nut handeln, welche von außen zugänglich ist. Beispielsweise kann diese Nut entlang ihrer langen Seite von einer Oberfläche des mindestens einen Grundsubstrats zugänglich sein, wobei die Nut von einer Stirnseite des mindestens einen Grundsubstrats zugänglich ist. Die Nut kann beispielsweise einen rechteckigen, runden, U-förmigen oder V-förmigen Querschnitt aufweisen. Weiterhin kann die Nut auch einen Querschnitt in Form eines Trapezoids aufweisen, wobei vorteilhafterweise die längere der beiden parallelen Kanten des Trapezoids auf einer Oberfläche des mindestens einen Grundsubstrats liegt. Diese Ausgestaltung erleichtert das Einfügen eines fluidischen Leiters.

In einem zweiten Verfahrensschritt wird mindestens ein Abschnitt eines mindestens ein Innenlumen sowie mindestens eine Leiterwand aufweisenden fluidischen Leiters, insbesondere eines Rohres oder Schlauches, teilweise in die mindestens eine Öffnung eingebracht. Bei diesem fluidischen Leiter kann es sich beispielsweise um ein flexibles oder starres Rohr oder einen entsprechenden Schlauch aus anorganischem oder organischem Material, beispielsweise Metallen, Silikon, Teflon, Glas oder PVC, handeln. Unter einem Innenlumen ist dabei ein fluidischer Hohlraum im Inneren des fluidischen Leiters zu verstehen, durch welchen ein fluides Medium strömen kann. Insbesondere kann es sich bei dem mindestens einen Abschnitt des mindestens einen fluidischen Leiters um das Ende eines Rohres oder Schlauches handeln, insbesondere um ein offenes Ende, welches in die mindestens eine Öffnung eingebracht wird. Dieses Einbringen erfolgt vorteilhafterweise dergestalt, dass zwischen der äußeren Wand des mindestens einen fluidischen Leiters und der Wandung der mindestens einen Öffnung ein Hohlraum verbleibt. Insbesondere kann dabei das Einbringen des mindestens einen Abschnitts des mindestens einen fluidischen Leiters in die mindestens eine Öffnung so erfolgen, dass ein Schlauch oder Rohr beziehungsweise ein Ende eines derartigen Schlauches oder Rohres, in eine der oben beschriebenen Nuten eingelegt oder in eine der oben beschriebenen Bohrungen eingeschoben wird.

In einem anschließenden Verfahrensschritt wird mindestens ein aushärtbares fluides Dichtmaterial in die mindestens eine Öffnung eingebracht. Dieses Einbringen des fluiden Dichtmaterials kann beispielsweise direkt in die von außen zugängliche Öffnung erfolgen,

beispielsweise mittels eines Pipetten- oder Mikrodosiersystems. Dabei kann beispielsweise eine Dosiernadel oder eine ähnliche Apparatur eingesetzt werden, mit der beispielsweise fluides Dichtmaterial direkt in eine der oben beschriebenen Nuten oder in eine der Bohrungen eingebracht wird. Alternativ oder zusätzlich kann das Einbringen des aushärtbaren fluiden Dichtmaterials in die mindestens eine Öffnung auch dadurch erfolgen, dass mindestens ein mit der mindestens einen Öffnung in Verbindung stehender Einfüllkanal in der fluidischen Struktur vorgesehen ist. Dieser Einfüllkanal kann beispielsweise von außen zugänglich sein. Dieser Einfüllkanal kann einfach oder auch verzweigt sein und mit einer der Öffnungen oder auch gleichzeitig mit mehreren Öffnungen in Verbindung stehen. Durch diesen Einfüllkanal kann fluides Dichtmaterial in die mindestens eine Öffnung fließen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das fluide Dichtmaterial einen oder mehrere Zwischenräume, welche nach Einbringen des mindestens einen Abschnitts des mindestens einen fluidischen Leiters in die mindestens eine Öffnung zwischen diesem mindestens einen fluidischen Leiter und der mindestens einen Öffnung verbleibenden Zwischenraum ganz oder vorteilhafterweise vollständig ausfüllt. Dieser Einfüllkanal kann beispielsweise in das mindestens eine Grundsubstrat eingelassen sein. Weiterhin kann dieser mindestens eine Einfüllkanal auch weitere Substrate, beispielsweise mindestens ein Zwischensubstrat und/oder ein Decksubstrat, durchdringen. Weist der mindestens eine Abschnitt des eingebrachten mindestens einen fluidischen Leiters mindestens ein offenes Ende auf, beispielsweise ein Schlauch- oder Rohrende, welches in die mindestens eine Öffnung eingebracht worden ist, so hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial beim Einbringen in die Öffnung dieses mindestens eine offene Ende verschließt. Beispielsweise kann das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial teilweise in dieses Rohr- oder Schlauchende eindringen und so dieses offene Ende verschließen. Unter Verschließen ist dabei insbesondere beispielsweise ein dichter Verschluss bezüglich der fluidischen Medien, welche das mindestens eine Innenlumen des mindestens einen fluidischen Leiters durchströmen, zu verstehen. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn das aushärtbare fluide Dichtmaterial den oben beschriebenen Zwischenraum zwischen dem mindestens einen fluidischen Leiter und der umgebenden Wand der mindestens einen Öffnung dicht für die fluidischen Medien im Innenlumen des mindestens einen fluidischen Leiters verschließt. Dieses aushärtbare fluide Dichtmaterial sollte beim Einfüllen in flüssigem Zustand vorliegen. In einem anschließenden Verfahrensschritt, nachdem das aushärtbare fluide Dichtmaterial in die mindestens eine Öffnung eingebracht ist, wird das mindestens eine fluide Dichtmaterial ganz oder teilweise ausgehärtet. Unter Aushärten ist dabei ein Übergang (beispielsweise ein Flüssig/Fest-Phasenübergang oder auch ein Übergang infolge einer chemischen Reaktion) zu verstehen, bei dem die Härte und/oder Viskosität des aushärtbaren fluiden Dichtmaterials stark erhöht wird. Dabei muss das aushärtbare fluide Dichtmaterial nicht vollständig fest werden, sondern es kann beispielsweise

auch noch in einem leicht plastischen oder elastischen Zustand vorliegen. Vorteilhaft ist jedoch, wenn dabei eine feste Verbindung zwischen dem mindestens einen Grundsubstrat der fluidischen Struktur und dem mindestens einen fluidischen Leiter hergestellt wird. Auf diese Weise wird die Verbindung zwischen dem mindestens einen fluidischen Leiter und dem mindestens einen Grundsubstrat also mechanisch stabilisiert und somit gegen unerwünschtes Entfernen des fluidischen Leiters gesichert. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der mindestens eine Abschnitt des mindestens einen fluidischen Leiters, welcher in die mindestens eine Öffnung des mindestens einen Grundsubstrats eingebracht ist, eine Länge von mindestens 0,2 mm, vorteilhafterweise von mehr als 0,5 mm und besonders vorteilhaft im Bereich zwischen 0,5 und 1,5 mm aufweist. Die optimale Länge dieses mindestens einen Abschnitts hängt jedoch stark auch von den äußeren Abmessungen des mindestens einen fluidischen Leiters, beispielsweise seinem Durchmesser, ab.

Bei dem mindestens einen aushärtbaren fluiden Dichtmaterial kann es sich um verschiedene Materialien handeln. Insbesondere kann es sich dabei um ein aushärtbares fluides Dichtmaterial handeln, welches zunächst in flüssigem Zustand vorliegt und anschließend unter Einwirkung elektromagnetischer Strahlen aushärtbar ist. Beispielsweise kann es sich also um eine Flüssigkeit eines photopolymerisierbaren Monomers handeln. Die Aushärtung kann dann beispielsweise durch eine großflächige Lichtquelle, vorteilhafterweise eine UV-Lichtquelle, oder auch durch eine flächenmäßig begrenzte Lichtquelle erfolgen. Insbesondere kann die Aushärtung auch nur lokal erfolgen (z. B. mittels einer Belichtungsmaske) oder auch an verschiedenen Stellen der fluidischen Struktur zu unterschiedlichen Zeiten. Insbesondere kann für die Aushärtung auch ein Laser eingesetzt werden, insbesondere ein Laser, dessen Wellenlänge optimal auf das aushärtbare fluide Dichtmaterial angepasst ist. Insbesondere können die für die Aushärtung eingesetzten elektromagnetischen Strahlen vor Einwirkung auf das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial auch die fluidische Struktur, beispielsweise das mindestens eine Grundsubstrat oder auch weitere Substrate, zum Beispiel Zwischensubstrate oder Decksubstrate, ganz oder teilweise durchdringen. Zu diesem Zweck ist es vorteilhaft, wenn das mindestens eine von den elektromagnetischen Strahlen durchdrungene Substrat eine geringe Absorption für die eingesetzten elektromagnetischen Strahlen aufweist. Insbesondere können also beispielsweise für Licht transparente Substrate eingesetzt werden.

Alternativ oder zusätzlich können auch aushärtbare fluide Dichtmaterialien eingesetzt werden, deren Aushärtung durch thermische Einwirkung erfolgt. Bei dieser thermischen Einwirkung kann es sich beispielsweise um eine Temperaturerhöhung handeln, zum Beispiel wenn monomere Fluide eingesetzt werden, welche bei kurzfristiger Temperaturerhöhung eine Polymerisation durchführen (thermisch initiierte Polymerisation) und dabei aushärten.

Alternativ oder zusätzlich kann jedoch auch eine Temperaturerniedrigung eingesetzt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn fluide Dichtmaterialien eingesetzt werden, welche bei erhöhter Temperatur flüssig sind und bei einer anschließenden Temperaturerniedrigung, beispielsweise auf Raumtemperatur, fest werden (Flüssig/Fest-Phasenübergang).

Alternativ oder zusätzlich kann auch beim Einbringen des mindestens einen aushärtbaren fluiden Dichtmaterials erhöhter Druck eingesetzt werden. Dabei werden vorteilhafterweise als aushärtbare fluide Dichtmaterialien Materialien eingesetzt, welche bei diesem erhöhten Druck fließfähig sind, um in die mindestens eine Öffnung einzudringen. Beispielsweise kann es sich dabei um mindestens ein viskoelastisches oder pseudoplastisches Dichtmaterial handeln. Unter Einwirkung eines erhöhten Drucks werden derartige Materialien entsprechend fließfähig, wobei bei Verringerung des Drucks anschließend ein vollständiges oder teilweises Aushärten erfolgt.

Die Auswahl der aushärtbaren fluiden Dichtmaterialien ist jedoch nicht auf die genannten Materialien beschränkt. So lassen sich auch aushärtbare fluide Dichtmaterialien einsetzen, welche mit der Zeit von selbst (d.h. nicht durch aktive Einwirkung von außen) aushärten, beispielsweise durch eine entsprechende Polymerisationsreaktion. Insbesondere lassen sich beispielsweise auch Monomer-Flüssigkeiten mit entsprechenden Initiatoren einsetzen, welche für eine gewisse Zeit fließfähige Eigenschaften aufweisen und anschließend aushärten. Das Einbringen dieser Materialien in die mindestens eine Öffnung muss dann während der Zeit erfolgen, während diese Materialien fließfähig sind. Insbesondere kann es sich bei diesen Materialien beispielsweise um Epoxide oder Silikone handeln. Auch anorganische Materialien sind einsetzbar, wie beispielsweise selbsthärtende Zemente.

Nach dem Aushärten des mindestens einen fluiden Dichtmaterials wird anschließend mindestens ein Verbindungskanal zwischen mindestens einem Innenlumen des mindestens einen fluidischen Leiters, insbesondere in dem mindestens einen in die mindestens eine Öffnung eingebrachten Abschnitt und mindestens einem Fluidkanal der fluidischen Struktur erzeugt. Dieser mindestens eine Verbindungskanal stellt eine für die fluidischen Medien durchströmbare Verbindung zwischen dem mindestens einen fluidischen Leiter und dem übrigen Bereich der fluidischen Struktur her.

Zu diesem Zweck ist es selbstverständlich erforderlich, dass die restliche fluidische Struktur einen oder mehrere derartige Fluidkanäle aufweist. Ein derartiger Fluidkanal kann beispielsweise in das mindestens eine Grundsubstrat der fluidischen Struktur eingebracht sein. Weiterhin kann dieser mindestens eine Fluidkanal jedoch auch in zusätzlichen Substraten,

beispielsweise in einem oder mehreren Decksubstraten, eingebracht sein. Unter einem Fluidkanal kann dabei beispielsweise eine Bohrung in einem der Substrate verstanden werden, oder auch eine entsprechende Nut an einer Oberfläche eines der Substrate. Auch entsprechende größere Hohlräume, wie beispielsweise Mikroreaktionskammern, oder auch weitere in die fluidische Struktur eingebrachte fluidische Leiter, fallen sinngemäß unter den Begriff des Fluidkanals.

Der mindestens eine Verbindungskanal kann einen Teilbereich eines der genannten Substrate durchdringen oder auch mehrere Teilbereiche oder ganze Substrate gleichzeitig. Insbesondere kann der Verbindungskanal auch durch entsprechende Zwischensubstrate dringen. Der mindestens eine Verbindungskanal kann dabei einfach oder auch verzweigt sein. Weiterhin kann dieser mindestens eine Verbindungskanal vorteilhafterweise auch mindestens eins der oben genannten Dichtmaterialien (welche dann vorteilhafterweise im ausgehärteten Zustand vorliegen) durchdringen sowie beispielsweise auch mindestens eine Leiterwand mindestens eines fluidischen Leiters.

Zum Herstellen dieses mindestens einen Verbindungskanals lassen sich verschiedene Verfahren physikalischer, mechanischer oder chemischer Art einsetzen, welche optimalerweise auf die eingesetzten Materialien des beziehungsweise der Substrate, des beziehungsweise der Dichtmaterialien und/oder des beziehungsweise der Leiterwände der fluidischen Leiter angepasst sind. Insbesondere lässt sich ein mechanisches Bohrverfahren oder Fräsverfahren oder zusätzlich oder alternativ auch ein Stanzverfahren einsetzen. Auch ein entsprechendes Laserstrahlverfahren, beispielsweise Laserstrahlbohren oder Laserablation, lässt sich einsetzen. Insbesondere können dabei CO_2-Laser oder andere Gaslaser oder auch Nd:YAG-Laser oder andere Festkörperlaser im kontinuierlichen Betrieb oder im gepulsten Betrieb zum Einsatz kommen. Derartige mechanische Verfahren oder Laserstrahlverfahren werden optimalerweise begleitet von entsprechenden Absaugmaßnahmen, um anfallende Staubpartikel beim Herstellen des mindestens einen Verbindungskanals aufzunehmen. Zusätzlich oder alternativ lassen sich auch chemische Verfahren einsetzen, insbesondere nasschemische Verfahren, beispielsweise Ätzverfahren oder Verfahren, bei denen Lösungsmittel eingesetzt werden oder auch trockene Ätzverfahren, beispielsweise durch Einsatz von reaktivem Ionenätzen.

Wie bereits oben beschrieben, kann das Verfahren derart modifiziert werden, dass neben dem mindestens einen Grundsubstrat mit der mindestens einen von außen zugänglichen Öffnung mindestens ein weiteres Substrat eingesetzt wird. Insbesondere kann dadurch ein entsprechender Schichtaufbau der fluidischen Struktur erzeugt werden, was insbesondere die Herstellung von Fluidkanälen, Reaktionskammern oder ähnlichen Hohlräumen im In-

neren der fluidischen Struktur stark vereinfacht. Insbesondere kann dabei mindestens ein Zwischensubstrat und/oder ein Decksubstrat auf das mindestens eine Grundsubstrat aufgebracht werden. Vorteilhafterweise verschließt das mindestens eine Decksubstrat und/oder das mindestens eine Zwischensubstrat die mindestens eine Öffnung teilweise. Beispielsweise kann es sich dabei um ein oder mehrere unstrukturierte Zwischensubstrate und mindestens ein strukturiertes Decksubstrat handeln, wobei beispielsweise das mindestens eine Decksubstrat mindestens einen Fluidkanal aufweist. Auch weitere fluidische Hohlräume, beispielsweise Reaktionskammern oder auch weitere fluidische Leiter können in das Decksubstrat eingebracht werden. Beispielsweise kann die mindestens eine Öffnung in dem mindestens einen Grundsubstrat als Nut ausgestaltet sein (siehe oben), welche von ihrer längeren Seite von einer Oberfläche des mindestens einen Grundsubstrats zugänglich ist und an ihrer Stirnfläche von einer Stirnseite des mindestens einen Grundsubstrats. Nach Einbringen des mindestens einen Abschnitts des mindestens einen fluidischen Leiters in diese mindestens eine Öffnung und nach Einbringen des mindestens einen fluiden Dichtmaterials in die Öffnung kann dann die Öffnung, insbesondere eine Nut, durch Aufbringen eines Zwischensubstrats, insbesondere eines unstrukturierten Zwischensubstrats, verschlossen werden. Auch weitere Strukturen auf dem Grundsubstrat, beispielsweise Fluidkanäle, welche in Form von weiteren Nuten entlang dieser Oberfläche in das mindestens eine Grundsubstrat eingebracht sind, können bei diesem Vorgang durch das mindestens eine Zwischensubstrat verschlossen werden, so dass sich geschlossene Fluidkanäle bilden. Anschließend können beispielsweise ein oder mehrere strukturierte Decksubstrate auf diesen Schichtaufbau, bestehend aus dem mindestens einen Grundsubstrat und dem mindestens einen Zwischensubstrat, aufgebracht werden. Insbesondere können diese Decksubstrate wiederum Fluidkanäle aufweisen, beispielsweise wiederum entsprechende Nuten an einer Oberfläche des mindestens einen Decksubstrats, welche vorteilhafterweise wiederum ganz oder teilweise beim Aufbringen auf die übrigen Substrate verschlossen werden. Wiederum entstehen dadurch geschlossene fluidische Leiter. Alternativ kann auch mindestens ein entsprechend strukturiertes Decksubstrat unmittel auf das mindestens eine Grundsubstrat aufgebracht werden, ohne dass ein entsprechendes unstrukturiertes Zwischensubstrat verwendet wird.

Insbesondere kann dabei der Schichtaufbau derart gestaltet werden, dass in der fertig strukturierten fluidischen Struktur mindestens ein Fluidkanal über oder in der Nähe der mindestens einen Öffnung zu liegen kommt. Dies erleichtert die Verbindung dieses mindestens einen Fluidkanals mit dem mindestens einen Innenlumen des mindestens einen fluidischen Leiters mittels mindestens eines Verbindungskanals erheblich.

Beispielsweise kann das Verfahren derart durchgeführt werden, dass ein Abschnitt eines fluidischen Leiters in eine Öffnung eingebracht wird, anschließend fluides Dichtmaterial eingebracht und ausgehärtet wird und anschließend ein Zwischensubstrat auf das Grundsubstrat aufgebracht wird. Anschließend wird, beispielsweise mittels eines Lasers, eine Bohrung durch das Zwischensubstrat, das ausgehärtete Dichtmaterial und die Leiterwand des fluidischen Leiters hindurch zum Innenlumen des fluidischen Leiters erzeugt. Anschließend kann dann ein Decksubstrat, beispielsweise ein Decksubstrat mit auf einer Oberfläche desselben strukturierten Fluidkanälen, beispielsweise entsprechenden Nuten, auf diesen Aufbau aufgebracht werden, wobei vorteilhafterweise ein oder mehrere Fluidkanäle dieses Decksubstrats oberhalb der genannten Bohrung zu liegen kommen. Auf diese Weise lässt sich durch schichtweisen Aufbau eine dreidimensionale fluidische Struktur mit geschlossenen Fluidkanälen und einer für ein Fluid durchströmbaren Verbindung zwischen dem Innenlumen des fluidischen Leiters und einem Fluidkanal der fluidischen Struktur erzeugen. Alternativ kann auch auf das unstrukturierte Zwischensubstrat verzichtet werden, wobei die genannte Bohrung beispielsweise nur durch das ausgehärtete Dichtmaterial und die Leiterwand des fluidischen Leiters erfolgt. Insbesondere kann das Verfahren auch so durchgeführt werden, dass zunächst ein Abschnitt eines fluidischen Leiters in eine Öffnung eingebracht wird, anschließend ein fluides Dichtmaterial in die Öffnung eingebracht wird und diese anschließend mit einem Zwischensubstrat ganz oder teilweise verschlossen wird. Nach Aushärten des fluiden Dichtmaterials kann dann beispielsweise das Zwischensubstrat wieder entfernt werden. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn plane Oberflächen entlang des Grundsubstrats der fluidischen Struktur erzeugt werden sollen, welche auch durch das ausgehärtete fluide Dichtmaterial nicht unterbrochen werden sollen.

Wird ein entsprechender Schichtaufbau aus mehreren Substraten, beispielsweise einem Grundsubstrat, einem Zwischensubstrat und einem Decksubstrat, eingesetzt, so lassen sich verschiedene Verfahren einsetzen, um diese Substrate zu verbinden. Die Auswahl eines geeigneten Verfahrens ist dabei naturgemäß abhängig von den entsprechenden Eigenschaften, insbesondere der Materialauswahl der eingesetzten Substrate. Vorteilhafterweise lassen sich zum Verbinden der Substrate Klebeverfahren einsetzen oder auch Schweißverfahren, insbesondere Laserschweißverfahren oder Ultraschall-Schweißverfahren. Laser- oder Ultraschall-Schweißverfahren können beispielsweise vorteilhaft bei der Verbindung entsprechender Kunststoffsubstrate eingesetzt werden. Alternativ oder zusätzlich können auch thermische Bondverfahren eingesetzt werden.

Neben dem vorgeschlagenen Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen wird auch eine entsprechende fluidische Struktur, insbesondere eine nach dem beschriebenen Verfahren in einer seiner Ausgestaltung hergestellte fluidische Struktur, vorgeschlagen. Die fluidische

Struktur weist mindestens ein Grundsubstrat mit mindestens einer von außen zugänglichen Öffnung, mindestens einen mindestens einen Innenlumen sowie mindestens eine Leiterwand aufweisenden fluidischen Leiter, wobei mindestens ein Abschnitt des mindestens einen fluidischen Leiters in der mindestens einen Öffnung angeordnet ist, mindestens ein in die mindestens eine Öffnung eingebrachtes aushärtbares Dichtmaterial in ausgehärtetem Zustand, wobei das aushärtbare Dichtmaterial mindestens einen Zwischenraum zwischen mindestens einer Wand der mindestens einen Öffnung und mindestens einem fluidischen Leiter ganz oder teilweise ausfüllt, mindestens einen Fluidkanal sowie mindestens einen Verbindungskanal zwischen mindestens einem Innenlumen des mindestens einen fluidischen Leiters und mindestens einem Fluidkanal auf, wobei der mindestens eine Verbindungskanal mindestens eine Leiterwand durchdringt. Die Ausgestaltung der genannten Elemente kann dabei vorteilhafterweise entsprechend den oben genannten Ausgestaltungen und Ausführungsformen gewählt werden.

Das beschriebene Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen sowie eine nach diesem Verfahren hergestellte entsprechende fluidische Struktur weisen gegenüber herkömmlichen Verfahren und Verfahrensprodukten, beispielsweise gemäß dem oben genannten Stand der Technik, zahlreiche entscheidende Vorteile auf. So kann durch das beschriebene Verfahren ein Totvolumen einer fluidischen Verbindung zwischen einem oder mehreren fluidischen Leitern und einem Substrat, beispielsweise dem verbleibenden Teil einer fluidischen Struktur, stark verringert beziehungsweise reproduzierbar realisiert werden. Dies ist insbesondere dadurch bedingt, dass das aushärtbare fluide Dichtmaterial eine etwaige Öffnung, welche zwischen dem mindestens einen fluidischen Leiter und der Wand der mindestens einen Öffnung verbleibt, vollständig ausfüllen kann, wobei lediglich an den Stellen, an denen Hohlräume beziehungsweise Öffnungen benötigt werden, insbesondere zum Zwecke der Herstellung des mindestens einen Verbindungskanals, entsprechend Material abgetragen beziehungsweise verdrängt wird.

Weiterhin kann nach dem beschriebenen Verfahren der Ort der fluidischen Verbindung zwischen einem oder mehreren fluidischen Leitern und den übrigen Bauteilen einer fluidischen Struktur frei gewählt und definiert werden. Insbesondere kann auch die Lage des mindestens einen Verbindungskanals weitgehend frei definiert werden. Außerdem können auch mehrere Fluidkanäle gleichzeitig mit einem einzelnen fluidischen Leiter verbunden werden, beispielsweise indem mehrere Verbindungskanäle hergestellt werden, welche das Innenlumen des fluidischen Leiters mit mehreren Leiterkanälen verbinden. Auf diese Weise lassen sich insbesondere Verteilersysteme einfach herstellen, welche mit den oben beschriebenen, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren nicht realisierbar sind.

Weiterhin wird bei dem beschriebenen Verfahren der mindestens eine fluidische Leiter keiner hohen mechanischen Belastung ausgesetzt. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn dünnwandige Schläuche oder Rohre eingesetzt werden, welche bei einigen der oben genannten Verfahren des Standes der Technik bei einer entsprechenden Montage leicht beschädigt werden. Insbesondere muss der mindestens eine fluidische Leiter, insbesondere ein Rohr- oder Schlauchende, nicht gegen einen Anschlag gestoßen werden.

Weiterhin erfordert das beschriebene Verfahren keine aufwändigen Justageschritte, wie sie in vielen Verfahren aus dem Stand der Technik unerlässlich sind. So müssen insbesondere keine zu einem in einem Grundsubstrat vorhandenen Leiterkanal axiale Bohrungen in ein Grundsubstrat eingefügt werden. Besonders einfach ist es dabei, wenn der entsprechende Abschnitt des fluidischen Leiters einfach von oben in eine entsprechende Nut eingelegt werden kann und nicht von vorne in eine Öffnung eingeschoben werden muss.

Weiterhin weist das beschriebene Verfahren auch den Vorteil einer hohen Reproduzierbarkeit auf. Das aushärtbare fluide Dichtmaterial kann den Hohlraum zwischen dem fluidischen Leiter und der Wand der Öffnung insbesondere vollständig ausfüllen und beispielsweise auch den fluidischen Leiter, insbesondere ein Rohr- oder Schlauchende vollständig verschließen. Die eigentliche fluidische Verbindung zwischen einem oder mehreren Fluidkanälen in einem oder mehreren der Substrate und dem Innenlumen des fluidischen Leiters wird anschließend, insbesondere nach dem Aushärten des fluidischen Dichtmaterials, erzeugt. Somit ist die fluidische Verbindung, insbesondere der mindestens eine fluidische Verbindungskanal, nicht davon abhängig, wie weit das fluide Dichtmaterial in das Innenlumen des fluidischen Leiters hineinfließt. Somit ist im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren dieses Verfahren insbesondere auch für einen Serieneinsatz, insbesondere eine Serienfertigung medizinisch-diagnostischer Geräte, analytischer Apparaturen oder von Mikroreaktionskammern, geeignet.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt.

Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche beziehungsweise hinsichtlich ihrer Funktionen einander entsprechende Elemente. Im Einzelnen zeigt:

Figur 1 eine Schnittdarstellung einer erfindungsgemäßen fluidischen Struktur von der Seite;

Figur 2 eine Schnittdarstellung einer zu Figur 1 alternativen fluidischen Struktur in Ansicht von oben;

Figur 3 ein Zwischenprodukt bei der Herstellung einer erfindungsgemäßen fluidischen Struktur mit einem Grundsubstrat und einem fluidischen Leiter;

Figur 4A eine erste Ausführungsform einer in ein Grundsubstrat eingelassenen Öffnung in Schnittdarstellung in Ansicht von vorne;

Figur 4B eine zu Figur 4A alternative Ausgestaltung mit trapezoidem Öffnungsquerschnitt;

Figur 4C eine zu Figur 4A und 4B alternative Ausgestaltung mit U-förmigem Querschnitt;

Figur 4D eine zu den Figuren 4A bis 4C alternative Ausgestaltung einer Öffnung in Form einer in ein Grundsubstrat eingelassenen Bohrung mit rechteckigem Querschnitt;

Figur 5 eine Ausführungsform einer Öffnung in Form einer Aussparung in einem Grundsubstrat in Schnittdarstellung von der Seite;

Figur 6 ein Zwischenprodukt bei der Herstellung einer erfindungsgemäßen fluidischen Struktur mit einem Grundsubstrat, einem fluidischen Leiter und einem Zwischensubstrat in Form einer Folie;

Figur 7 eine zu Figur 6 alternative Ausgestaltung eines Zwischenprodukts mit einem Plättchen anstelle einer Folie;

Figur 8 eine Schnittdarstellung eines Zwischenprodukts einer fluidischen Struktur mit einem Zuführkanal für die Zufuhr eines aushärtbaren fluiden Dichtmaterials in Ansicht von oben;

Figur 9 ein Zwischenprodukt bei der erfindungsgemäßen Herstellung einer erfindungsgemäßen fluidischen Struktur mit einem Grundsubstrat, einem fluidischen Leiter, einem Zwischensubstrat und einem fluiden Dichtmaterial;

Figur 10 ein Zwischenprodukt gemäß Figur 9 nach Entfernen des Zwischensubstrats;

Figur 11 ein Zwischensubstrat bei der erfindungsgemäßen Herstellung einer fluidischen Struktur mit einem Grundsubstrat, einem fluidischen Leiter, einem ausgehärteten Dichtmaterial, einem Zwischensubstrat und einem Verbindungskanal, welcher das Zwischensubstrat, das Dichtmaterial und eine Leiterwand des fluidischen Leiters durchdringt;

Figur 12 einen schematischen Ablaufplan einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer fluidischen Struktur.

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen fluidischen Struktur 110 in Schnittdarstellung von der Seite dargestellt.

Die Struktur weist einen Fluidik-Chip 112, welcher in Schichtbauweise hergestellt ist, sowie einen fluidischen Leiter 114 mit einer Leiterwand 116 und einem Innenlumen 118 auf. Die Leiterwand 116 besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus Silikon. *Mit der Bezeichnung Leiterwand ist in Figur 1 die seitliche Begrenzungswand des fluidischen Leiters 114 identifiziert.*

Der Fluidik-Chip weist ein Grundsubstrat 120 auf, in welches eine Öffnung 122 eingelassen ist. Weiterhin weist die Struktur zwei weitere Substrate, nämlich ein Zwischensubstrat 124 und ein Decksubstrat 126 auf, welche in der angegebenen Reihenfolge auf das Grundsubstrat aufgebracht sind. Während das Zwischensubstrat 124 in diesem Ausführungsbeispiel unstrukturiert ist, weist das Decksubstrat 126 in diesem Beispiel einen Fluidkanal 128 auf, welcher unmittelbar an das Zwischensubstrat 124 angrenzt dergestalt, dass das Zwischensubstrat 124 eine Wand des Fluidkanals 128 bildet.

In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Verbindung zwischen dem fluidischen Leiter 114 in Form eines Schlauches und dem Fluidik-Chip 112 dadurch hergestellt, dass ein offenes Ende 130 des fluidischen Leiters 114 in die Öffnung 122 im Grundsubstrat 120 eingelegt ist. Dabei ist das offene Ende 130 des fluidischen Leiters 114 von einem Dichtmaterial 132 umgeben. Dieses Dichtmaterial 132 füllt das Volumen der Öffnung 122 um das offene Ende 130 des fluidischen Leiters 114 ganz oder teilweise aus, dergestalt, dass eine Leiter-

öffnung 134 durch das Dichtmaterial 132 vollständig abgedichtet wird. Das Dichtmaterial 132 grenzt unmittelbar an das Zwischensubstrat 124 an. Das offene Ende 130 des fluidischen Leiters 114 wird außerdem durch das Dichtmaterial 132 fest mit dem Fluidik-Chip 112 verbunden, dergestalt, dass erheblicher Kraftaufwand erforderlich ist, um den fluidischen Leiter 114 vom Fluidik-Chip 112 zu entfernen. Das Dichtmaterial 132 verleiht der Verbindung zwischen dem fluidischen Leiter 114 und dem Fluidik-Chip 112 somit neben der genannten Dichtwirkung eine hohe mechanische Stabilität.

Weiterhin weist die fluidische Struktur 110 einen Verbindungskanal 136 auf, welcher in diesem Ausführungsbeispiel eine zylindrische Form aufweist und welcher den Fluidkanal 128 im Decksubstrat 126 mit dem Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 verbindet. Dabei durchdringt der Verbindungskanal 136 das unstrukturierte Zwischensubstrat 124, das Dichtmaterial 132 und die Leiterwand 116 des fluidischen Leiters 114. Der Verbindungskanal 136 stellt also eine von einem Fluid, beispielsweise einer Flüssigkeit oder eines Gases, frei durchströmbare Verbindung zwischen dem Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 und dem Fluidik-Chip 112, insbesondere dem Fluidkanal 128 her.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist die fluidische Struktur 110 nur einen Fluidkanal 128 auf, welcher in dem Decksubstrat 126 angeordnet ist. Alternativ oder zusätzlich kann die fluidische Struktur 110 auch weitere Fluidkanäle 128 aufweisen, welche beispielsweise auch oder zusätzlich in dem Grundsubstrat 120 aufgenommen sein können. Sind die Fluidkanäle lediglich in dem Grundsubstrat 120 aufgenommen, so wird die gesamte fluidische Verbindung zwischen dem fluidischen Leiter 114 und dem Fluidik-Chip 112 in einem einzelnen Substrat (dem Grundsubstrat 120) realisiert. Neben der dargestellten Ausführung, in welcher der Fluidkanal 128 an der Grenzfläche zwischen zwei Substraten, in diesem Fall an der Grenzfläche zwischen dem Decksubstrat 126 und dem Zwischensubstrat 124, angeordnet sind, ist auch eine Ausgestaltung von Fluidkanälen 128 möglich, welche im Inneren eines Substrates 120, 124, 126 angeordnet sind, beispielsweise in Form von Bohrungen. Neben der dargestellten langgestreckten Form der Fluidkanäle 128 ist weiterhin auch eine Aufnahme anderer fluidischer Hohlräume, beispielsweise von Mikroreaktionskammern in einem oder mehreren der Substrate 120, 124 und 126 denkbar.

In Figur 2 ist eine zu Figur 1 alternative Ausgestaltung einer fluidischen Struktur 110 in Schnittdarstellung in Ansicht von oben dargestellt, wobei das Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 in diesem Ausführungsbeispiel mit zwei Fluidkanälen 128 über Verbindungskanäle 136 verbunden ist. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Verbindungskanäle 128 in dem Grundsubstrat 120 ausgebildet, beispielsweise in Form von Gräben oder Nuten, welche beispielsweise an der Grenzfläche zwischen dem Grundsubstrat 120 und

dem Zwischensubstrat 124 (siehe Figur 1) angeordnet sind. Nach Abdeckung durch das Zwischensubstrat 124 bilden diese Nuten im Grundsubstrat 120 somit geschlossene Fluidkanäle 128. In diesem Ausführungsbeispiel sind zwei Verbindungskanäle 136 vorgesehen, wobei ein Verbindungskanal 136 parallel zu einer Achse 210 des fluidischen Leiters 114 verläuft und somit unmittelbar in der Leiteröffnung 134 des fluidischen Leiters 114 mündet. Ein zweiter Verbindungskanal 136 verläuft senkrecht zur Achse 210 des fluidischen Leiters und durchdringt dabei das Dichtmaterial 132 und die *seitliche* Leiterwand 116 des fluidischen Leiters *114*. Auf diese Weise ist das Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 mit mehreren Fluidkanälen 128 verbunden. Die Herstellung der Verbindungskanäle 136 kann in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise durch Fräsen oder Laserablation erfolgen, wohingegen der Verbindungskanal 136 im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 vorteilhafterweise durch mechanisches Bohren oder Laserstrahlbohren erfolgt.

Anhand der Figuren 3 bis 11, welche jeweils Zwischenprodukte darstellen sowie dem schematischen Ablaufplan gemäß Figur 12, soll im Folgenden ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren einer fluidischen Struktur 110, beispielsweise gemäß den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsvarianten beschrieben werden. Dabei ist zu beachten, dass insbesondere das in Figur 12 dargestellte Verfahren nicht notwendigerweise in der dargestellten Reihenfolge durchgeführt werden muss und dass noch zusätzliche, in Figur 12 nicht dargestellte, Verfahrensschritte durchgeführt werden können.

Zunächst wird in einem ersten Verfahrensschritt (Verfahrensschritt 1210 in Figur 12) eine Öffnung 122 in ein Grundsubstrat 120 eingebracht. Diese Öffnung 122 kann verschiedenartig ausgestaltet sein. Verschiedene Ausführungsformen dieser Öffnung 122 sind in den Figuren 4A bis 4D und in Figur 5 dargestellt. Insbesondere kann die Öffnung 122 eine in eine Oberfläche 310 des Grundsubstrats 120 eingebrachte Nut aufweisen, wie in den Figuren 4A bis 4C dargestellt. Diese Nut kann insbesondere rechteckigen Querschnitt (Figur 4A), trapezoiden Querschnitt (Figur 4B) oder auch U-förmigen Querschnitt (Figur 4C) aufweisen. Bei dem trapezoiden Querschnitt gemäß Figur B ist es vorteilhaft, wenn die längere der beiden parallelen Seiten des Trapezoids auf der Oberfläche 310 des Grundsubstrats 120 zu liegen kommt. Alternativ oder zusätzlich kann die Öffnung 122 auch eine Bohrung aufweisen, wie beispielsweise in Figur 4D dargestellt. Bei dieser Bohrung kann es sich beispielsweise um eine Sacklochbohrung handeln. Die Bohrung kann insbesondere rechteckigen oder runden Querschnitt aufweisen. Gemäß dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel kann die Öffnung 122 auch in Form einer einfachen Aussparung auf der Oberfläche 310 des Grundsubstrats 120 ausgestaltet sein. Weitere Ausgestaltungen, beispielsweise mit alternativem Querschnitt (zum Beispiel V-förmigem Querschnitt) der Nut beziehungsweise Öffnung 122 sind denkbar.

Anschließend wird (Verfahrensschritt 1212 in Figur 12) ein Abschnitt 130 eines fluidischen Leiters 114 in die Öffnung 122 im Grundsubstrat 120 eingelegt, wie in Figur 3 dargestellt. In diesem Fall handelt es sich bei dem eingelegten Abschnitt 130 um das offene Ende eines als Schlauch ausgebildeten fluidischen Leiters 114. Im Falle einer als Bohrung ausgestalteten Öffnung 122 gemäß dem in Figur 4D dargestellten Ausführungsbeispiel ist unter "Einlegen" entsprechend ein Einschieben des offenen Endes 130 des fluidischen Leiters 114 in die Öffnung 122 zu verstehen. Da jedoch der fluidische Leiter 114 in seinen Außenabmessungen kleiner ist als die Bohrung 122, ist in diesem Ausführungsbeispiel im Gegensatz zum Stand der Technik für dieses Einschieben des offenen Endes 130 in die Öffnung 122 kein Kraftaufwand erforderlich, so dass insbesondere auch die Gefahr einer Beschädigung des fluidischen Leiters 114 verringert wird.

Anschließend wird die Oberfläche 310 des Grundsubstrats 120, wie in den Figuren 6 und 7 dargestellt, durch ein unstrukturiertes Zwischensubstrat 124 abgedeckt, wobei in dem in den Figuren 6 und 7 dargestellten Ausführungsbeispiel, in dem die Öffnung 122 die Form einer mit ihrer langen Seite zur Oberfläche 310 hin geöffneten Nut und mit ihrer schmalen Seite hin zur Stirnfläche 610 des Grundsubstrats 120 geöffneten Nut aufweist, die Öffnung 122 entlang der Oberfläche 310 zumindest teilweise verschlossen. Bei dem in Figur 6 dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Zwischensubstrat 124 um eine dünne Folie, beispielsweise eine Kunststofffolie (z. B. eine Polycarbonat als Material aufweisende Kunststofffolie), in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 7 um ein mit dem Grundsubstrat 120 verbindbares Plättchen (z. B. ebenfalls eine Polycarbonat als Material aufweisende Kunststofffolie).

Anschließend wird (Verfahrensschritt 1214 in Figur 12) ein aushärtbares fluides Dichtmaterial 132 in die Öffnung 122 eingebracht, dergestalt, dass das Dichtmaterial 132 den verbleibenden Hohlraum zwischen der Leiterwand 116 des fluidischen Leiters 114 und der Wandung des Hohlraums 122 abdichtend ausfüllt. Dabei kann das Dichtmaterial 132 auch teilweise in die Leiteröffnung 134 des fluidischen Leiters 114 eindringen. Wie in Figur 9 dargestellt, begrenzt dabei das unstrukturierte Zwischensubstrat 124 die Füllhöhe des Dichtmaterials 132, so dass das Dichtmaterial 132 bündig mit der Oberfläche 310 des Grundsubstrats 120 abschließt. Das Zwischensubstrat 124 endet in den in den Figuren 6, 7 und 9 dargestellten Ausführungsbeispielen vor der Stirnfläche 610 des Grundsubstrats 120, was jedoch nicht zwingend erforderlich ist, so dass auch über die Stirnfläche 610 hervorstehende Zwischensubstrate 124 oder bündig mit der Stirnfläche 610 des Grundsubstrats 120 abschließende Zwischensubstrate 124 eingesetzt werden können.

Das fluidische aushärtbare Dichtmaterial 132 wird beispielsweise von der Stirnfläche 610 aus in die Öffnung 122 des Grundsubstrats 120 eingefüllt, wie anhand der Figuren 9 und 10 erkennbar (Einfüllrichtung 910). Alternativ lassen sich auch, wie in dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 in Schnittdarstellung von oben dargestellt, Einfüllkanäle 810 einsetzen. Diese Einfüllkanäle 810 sind in dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel als Gräben entlang der Oberfläche 210 des Grundsubstrats 120 ausgebildet, wobei diese Gräben senkrecht zur Öffnung 122 verlaufen. Weiterhin weisen die Einfüllkanäle 810 eine erweiterte Zuführöffnung 812 auf, in welche das aushärtbare fluide Dichtmaterial 132 eingefüllt werden kann, um dann entlang der Einfüllkanäle 810 in die Öffnung 122 zu fließen. Auf diese Weise ist auch gewährleistet, dass Volumenänderungen des aushärtbaren fluiden Dichtmaterials 132 ausgeglichen werden können, beispielsweise indem Dichtmaterial 132 beim Aushärten in die Einfüllkanäle 810 ausweicht. Auf diese Weise werden beim Aushärten Spannungen vermieden. Als aushärtbares fluides Dichtmaterial 132 kann in diesem Ausführungsbeispiel beispielsweise ein lichthärtender Klebstoff, wie zum Beispiel Wellomer UV4032, verwendet werden, welcher sich insbesondere durch den Einsatz von UV-Licht aushärten lässt.

Anschließend wird (Verfahrensschritt 1216 in Figur 12) das aushärtbare fluide Dichtmaterial 132 entsprechend ausgehärtet, so dass das offene Ende 130 des fluidischen Leiters 114 fest in der Öffnung 122 befestigt und die Leiteröffnung 132 dicht verschlossen wird. Beim Aushärten kann zusätzlich Dichtmaterial 132 geringfügig in die Leiteröffnung 134 des offenen Endes 130 des fluidischen Leiters 114 eindringen und so die Dichtwirkung und die mechanische Stabilität der Verbindung zusätzlich erhöhen.

Das Aushärten des Dichtmaterials 132 kann, wie oben beschrieben, vollständig oder teilweise erfolgen. Weiterhin lassen sich verschiedene Techniken zum Aushärten einsetzen, wie ebenfalls oben beschrieben, insbesondere ein Aushärten unter Lichteinwirkung, zum Beispiel unter Einwirkung von UV-Licht. Diese Lichteinwirkung kann beispielsweise durch das Zwischensubstrat 124 oder auch durch das Grundsubstrat 120 hindurch erfolgen, wobei in diesem Fall vorteilhafterweise das Zwischensubstrat 124 und/oder das Grundsubstrat 120 transparent bezüglich der eingesetzten Lichtwellenlänge sind. Auch eine lokal begrenzte Einwirkung von Licht, beispielsweise in Form eines Laserstrahls oder mittels einer Schattenmaske, kann erfolgen.

Nach dem Aushärten des Dichtmaterials 132 in der Öffnung 122 kann das Zwischensubstrat 124 wahlweise auf dem Grundsubstrat 120 verbleiben, insbesondere bei einer Ausführung des Zwischensubstrats 124 als dünne Folie, oder alternativ vom Grundsubstrat 120 entfernt werden. Bei dem in Figur 1 dargestellten Schichtaufbau der fluidischen Struktur

110 ist das Zwischensubstrat 124 nicht entfernt worden und bildet somit einen festen Bestandteil des Schichtaufbaus des Fluidik-Chips 112.

Anschließend wird (siehe Verfahrensschritt 1218 in Figur 12) ein Verbindungskanal 136 zum Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 freigelegt, wie beispielsweise in Figur 11 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Verbindungskanal 136 senkrecht zur Achse 210 des fluidischen Leiters 114 durch das Zwischensubstrat 124, das (nunmehr ausgehärtete) Dichtmaterial 132 und die Leiterwand 116 des fluidischen Leiters 114. Diese Öffnung kann zum Beispiel mit Hilfe eines mechanischen Bohrers oder bevorzugt mit Hilfe eines Lasers, insbesondere eines CO_2-Lasers oder Excimer-Lasers erzeugt werden. Wie oben beschrieben, lassen sich dabei jedoch auch andere Verfahren einsetzen, wie beispielsweise nasschemische Ätzverfahren, lithografische Verfahren oder Trockenätzen.

Anschließend wird in einem letzten Schritt das in Figur 11 dargestellte Zwischenprodukt zu der in Figur 1 dargestellten fluidischen Struktur 110 ergänzt, indem ein Decksubstrat 126 auf das Zwischensubstrat 128 aufgebracht wird. Dieses Decksubstrat 126 weist, wie anhand von Figur 1 oben beschrieben, einen Fluidkanal 128 auf, welcher beispielsweise durch Fräsen, Ätzen, Laserablation oder andere Verfahren in das Decksubstrat 126 eingebracht worden ist. Der Fluidkanal 128 ist dabei so angeordnet und das Decksubstrat 126 wird derart zum Grundsubstrat 120 ausgerichtet, dass der Fluidkanal 128 über dem Verbindungskanal 136 zum Innenlumen 118 des fluidischen Leiters 114 zu liegen kommt. Auf diese Weise wird eine von einem Fluid durchströmbare Verbindung zwischen dem Fluidkanal 128 und dem Innenlumen 118 des fluidischen Leiters über den Verbindungskanal 136 hergestellt. Die Substrate 126, 124 und 120 können, wie oben beschrieben, durch verschiedene geeignete Fügetechniken miteinander verbunden werden. Insbesondere können die Substrate mit einem geeigneten Laser verschweißt werden oder auch verklebt werden. Alternativ ist auch eine geeignete Klemmtechnik denkbar, welche die einzelnen Substrate 120, 124, 126 aufeinanderpresst und welche im Bedarfsfall wieder lösbar ist.

Bezugszeichenliste

110 fluidische Struktur
112 Fluidik-Chip
114 fluidischer Leiter
116 Leiterwand
118 Innenlumen
120 Grundsubstrat
122 Öffnung
124 Zwischensubstrat
126 Decksubstrat
128 Fluidkanal
130 offenes Ende des fluidischen Leiters 114
132 Dichtmaterial
134 Leiteröffnung
136 Verbindungskanal

210 Achse des fluidischen Leiters 114
310 Oberfläche des Grundsubstrats 120
610 Stirnfläche des Grundsubstrats 120
810 Einfüllkanäle
812 Zuführöffnung
910 Einfüllrichtung

1210 Einbringen einer Öffnung 122 in ein Grundsubstrat 120
1212 Einbringen eines Abschnitts 130 eines fluidischen Leiters 114 in die Öffnung 122
1214 Einbringen eines fluiden Dichtmaterials 132 in die Öffnung 122
1216 Aushärten des Dichtmaterials 132
1218 Erzeugung eines Verbindungskanals 136

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer fluidischen Struktur (110) mit folgenden Schritten:

a) mindestens eine von außen zugängliche Öffnung (122) wird in mindestens ein Grundsubstrat (120) der fluidischen Struktur (110) eingebracht;

b) mindestens ein Abschnitt (130) eines mindestens ein Innenlumen (118) sowie mindestens eine Leiterwand (116) aufweisenden fluidischen Leiters (114), insbesondere eines Rohres oder Schlauches, wird teilweise in die mindestens eine Öffnung (122) eingebracht;

c) mindestens ein aushärtbares fluides Dichtmaterial (132) wird in die mindestens eine Öffnung (122) eingebracht;

d) das mindestens eine fluide Dichtmaterial (132) wird ganz oder teilweise ausgehärtet; und

e) mindestens ein Verbindungskanal (136) zwischen mindestens einem Innenlumen (118) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) und mindestens einem Fluidkanal (128) der fluidischen Struktur (110) wird erzeugt wobei der erzeugte Verbindungskanal (136) mindestens eine Leiterwand (116) durchdringt.

2. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch mit zusätzlich folgendem Schritt:

f) mindestens ein Zwischensubstrat (124) und/oder Decksubstrat (126) wird auf das mindestens eine Grundsubstrat (120) aufgebracht, wobei das mindestens eine Decksubstrat (126) und/oder das mindestens eine Zwischensubstrat (124) die mindestens eine Öffnung (122) teilweise verschließt.

3. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Decksubstrat (126) aufgebracht wird, wobei das mindestens eine Decksubstrat (126) mindestens einen Fluidkanal (128) aufweist.

4. Verfahren gemäß einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Zwischensubstrat (124) aufgebracht wird, wobei das Zwischensubstrat (124) nach Durchführung von Verfahrensschritt d) wieder entfernt wird.

5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt a) dergestalt durchgeführt wird, dass die mindestens eine Öffnung (122) mindestens eine Nut mit rechteckigem, runden, U-förmigem oder V-förmigem Querschnitt aufweist.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Öffnung (122) eine die Form einer Nut mit einem Querschnitt in Form eines Trapezoids aufweist.

7. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die längere Kante des Trapezoids auf einer Oberfläche (310) des mindestens einen Grundsubstrats (120) liegt.

8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Öffnung (122) mindestens eine Bohrung mit rundem, ovalem oder vieleckigem, Querschnitt aufweist.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Abschnitt (130) des in Verfahrensschritt b) eingebrachten mindestens einen fluidischen Leiters (114) mindestens ein offenes Ende (130) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) aufweist.

10. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt c) das mindestens eine Leiteröffnung (134) des offenen Endes (130) durch das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial (132) verschlossen wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt c) das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial (132) durch mindestens einen mit mindestens einer Öffnung (122) in Verbindung stehenden Einfüllkanal (810) der fluidischen Struktur (110) in die mindestens eine Öffnung (122) eingebracht wird.

12. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Einfüllkanal (810) mindestens ein Grundsubstrat (120) und/oder mindestens ein Zwischensubstrat (124) durchdringt.

13. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt d) eine Einwirkung elektromagnetischer Strahlen, insbesondere Licht, auf mindestens ein aushärtbares fluides Dichtmaterial (132) erfolgt.

14. Verfahren gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die elektromagnetischen Strahlen vor Einwirkung auf das mindestens eine aushärtbare fluide Dichtmaterial (132) ganz oder teilweise die fluidische Struktur (110) durchdringen.

15. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt d) eine thermische Einwirkung, insbesondere in Form einer Temperaturerhöhung oder Temperaturerniedrigung, auf mindestens ein aushärtbares fluides Dichtmaterial (132) erfolgt.

16. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt d) eine Polymerisation, insbesondere eine Photopolymerisation, und/oder ein flüssig-fest Phasenübergang, insbesondere ein Erstarren, mindestens eines aushärtbaren fluiden Dichtmaterials (132) erfolgt.

17. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Verfahrensschritt c) ganz oder teilweise unter erhöhtem Druck durchgeführt wird, wobei mindestens ein viskoelastisches oder pseudoplastisches Dichtmaterial (132) eingesetzt wird und dass in Verfahrensschritt d) relativ zum Verfahrensschritt c) eine Verringerung des Drucks erfolgt, wodurch das mindestens eine viskoelastische oder pseudoplastische Dichtmaterial (132) ganz oder teilweise ausgehärtet wird.

18. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt c) das aushärtbare fluide Dichtmaterial (132) mindestens einen selbsthärtenden Zement aufweist.

19. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt c) mindestens ein nach Durchführung von Verfahrensschritt b) in der mindestens einen Öffnung (122) verbleibender Hohlraum vollständig mit dem mindestens einen aushärtbaren fluiden Dichtmaterial (132) ausgefüllt wird.

20. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt e) mindestens ein Verbindungskanal (136) zwischen mindestens einem Innenlumen (118) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) und

mindestens einem ganz oder teilweise in das mindestens eine Grundsubstrat (120) und/oder mindestens einem ganz oder teilweise in das mindestens eine Decksubstrat (126) eingelassenen Fluidkanal (128) erzeugt wird.

21. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt e) ein mechanisches Bohrverfahren und/oder ein mechanisches Fräsverfahren und/oder ein Stanzverfahren und/oder ein Laserstrahlbohren und/oder ein nasschemisches oder trockenes Ätzverfahren eingesetzt wird.

22. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der in Verfahrensschritt e) erzeugte Verbindungskanal (136) außer der mindestens einen Leiterwand (116) mindestens ein Zwischensubstrat (124) und/oder mindestens ein Dichtmaterial (132) durchdringt.

23. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem mindestens einen Grundsubstrat (120) mindestens ein weiteres Substrat (124, 126), insbesondere ein Decksubstrat (126) und/oder ein Zwischensubstrat (124), eingesetzt wird, wobei mindestens zwei der Substrate (120, 124, 126) mittels eines Klebeverfahrens und/oder eines Schweißverfahrens, insbesondere eines Laserschweißverfahrens oder Ultraschallschweißverfahren, und/oder eines thermischen Bondverfahrens verbunden werden.

24. Fluidische Struktur (110) mit

a) mindestens einem Grundsubstrat (120), wobei das mindestens eine Grundsubstrat (120) mindestens eine von außen zugängliche Öffnung (122) aufweist;

b) mindestens einem mindestens ein Innenlumen (118) sowie mindestens eine Leiterwand (116) aufweisenden fluidischen Leiter (114), wobei mindestens ein Abschnitt (130) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) in der mindestens einen Öffnung (122) angeordnet ist;

c) mindestens einem in die mindestens eine Öffnung (122) eingebrachtem aushärtbaren Dichtmaterial (132) in ausgehärtetem Zustand, wobei das aushärtbare Dichtmaterial (132) mindestens einen Zwischenraum zwischen mindestens einer Wand der mindestens einen Öffnung (122) und mindestens einem fluidischen Leiter (114) ganz oder teilweise ausfüllt;

d) mindestens einem Fluidkanal (128); und

e) mindestens einem Verbindungskanal (136) zwischen mindestens einem Innenlumen (118) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) und mindestens einem Fluidkanal (128), wobei der mindestens eine Verbindungskanal (136) mindestens eine Leiterwand (116) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) durchdringt.

25. Fluidische Struktur (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Verbindungskanal (136) das mindestens eine aushärtbare Dichtmaterial (132) im ausgehärteten Zustand ganz oder teilweise durchdringt.

26. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die fluidische Struktur (110) weiterhin mindestens ein Decksubstrat (126) aufweist, wobei das mindestens eine Decksubstrat (126) die mindestens eine Öffnung (122) teilweise verschließt.

27. Fluidische Struktur (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Decksubstrat (126) mindestens einen Fluidkanal (128) aufweist.

28. Fluidische Struktur (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Fluidkanal (128) des mindestens einen Decksubstrats (126) mindestens eine Nut aufweist.

29. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der drei vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen das mindestens eine Grundsubstrat (120) und das mindestens eine Decksubstrat (126) mindestens ein Zwischensubstrat (124) eingebracht ist.

30. Fluidische Struktur (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Verbindungskanal (136) das mindestens eine Zwischensubstrat (124) durchdringt.

31. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der vorhergehenden, auf eine fluidische Struktur (110) gerichteten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung (122) mindestens eine Nut mit rechteckigem, runden, U-förmigem, V-förmigem oder trapezoidem Querschnitt aufweist.

32. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der vorhergehenden, auf eine fluidische Struktur (110) gerichteten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung (122) mindestens eine Bohrung mit rundem, ovalem oder vieleckigem, Querschnitt aufweist.

33. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der vorhergehenden, auf eine fluidische Struktur (110) gerichteten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Abschnitt (130) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) mindestens ein offenes Ende (130) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) aufweist.

34. Fluidische Struktur (110) gemäß dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine offene Ende (130) durch das mindestens eine aushärtbare Dichtmaterial (132) in ausgehärtetem Zustand verschlossen ist.

35. Fluidische Struktur (110) gemäß einem der vorhergehenden, auf eine fluidische Struktur (110) gerichteten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Abschnitt (130) des mindestens einen fluidischen Leiters (114) durch das mindestens eine aushärtbare Dichtmaterial (132) in ausgehärtetem Zustand fest mit dem mindestens einen Grundsubstrat (120) verbunden ist.

Fig. 1

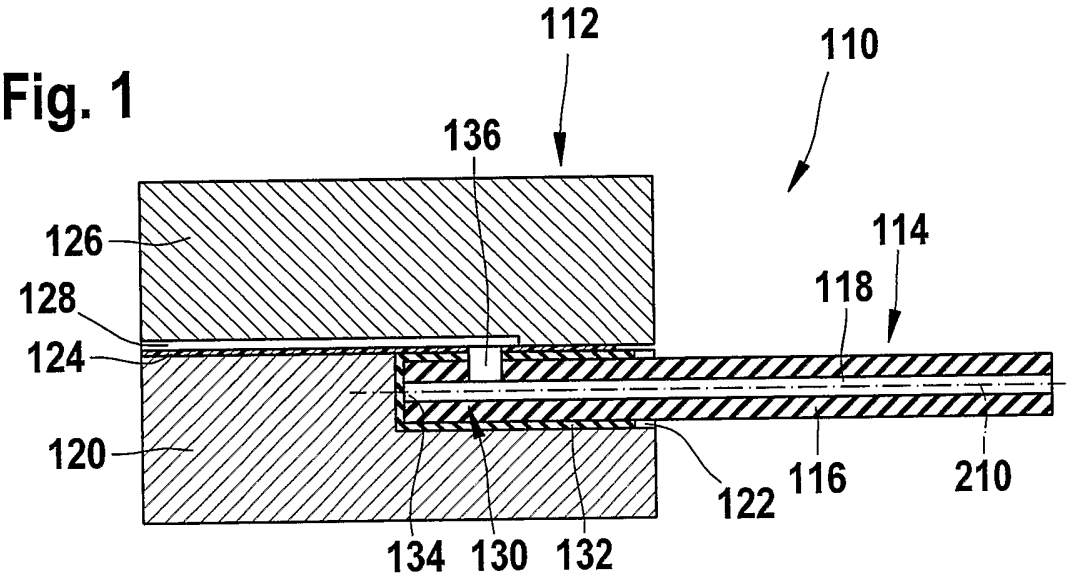


Fig. 2

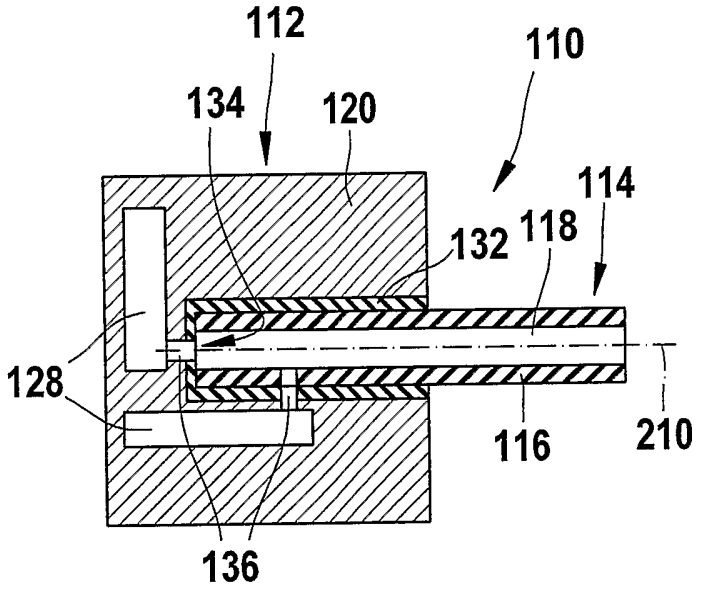


Fig. 3

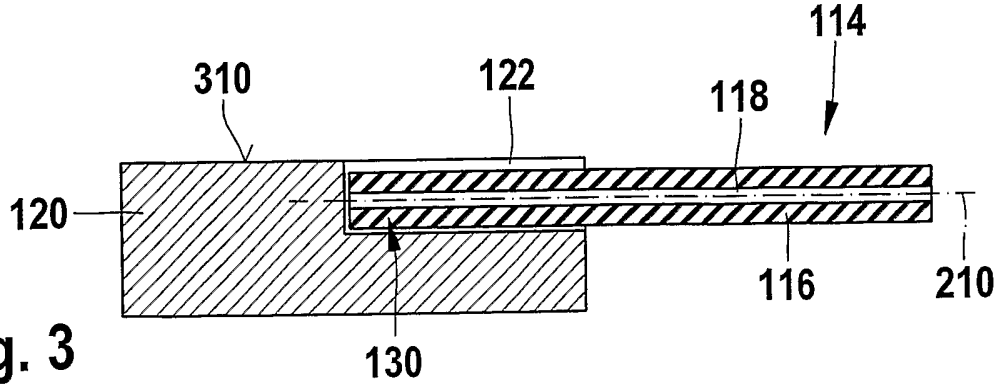


Fig. 4A

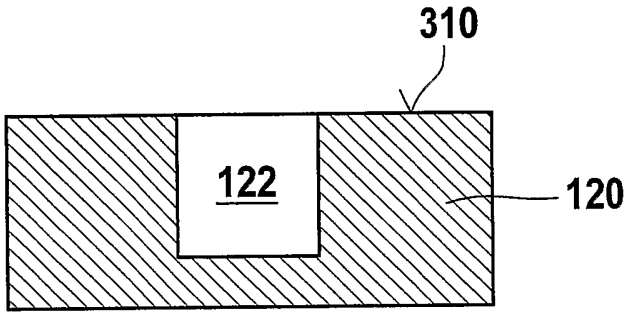


Fig. 4B

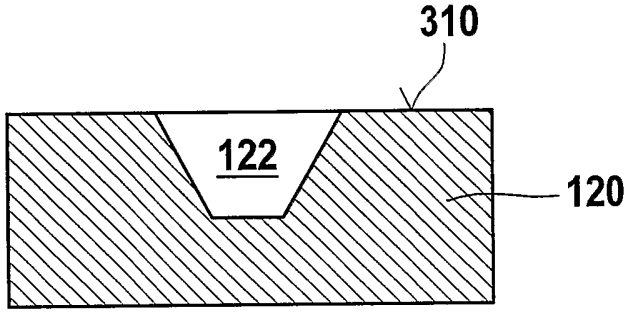


Fig. 4C

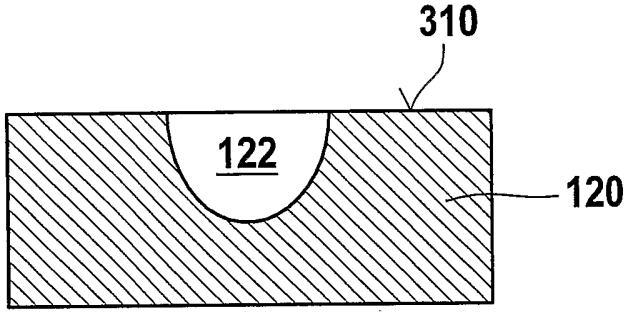
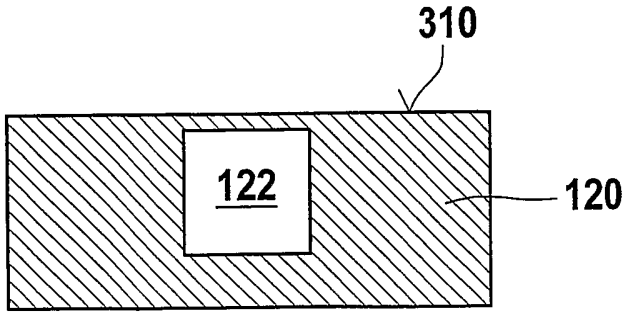


Fig. 4D



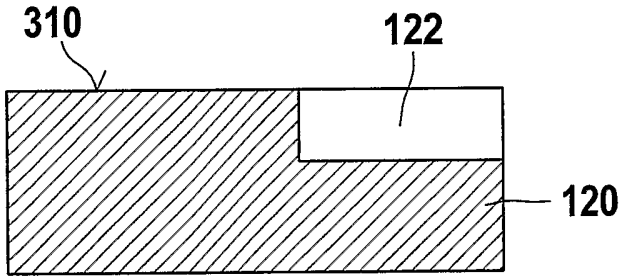


Fig. 5

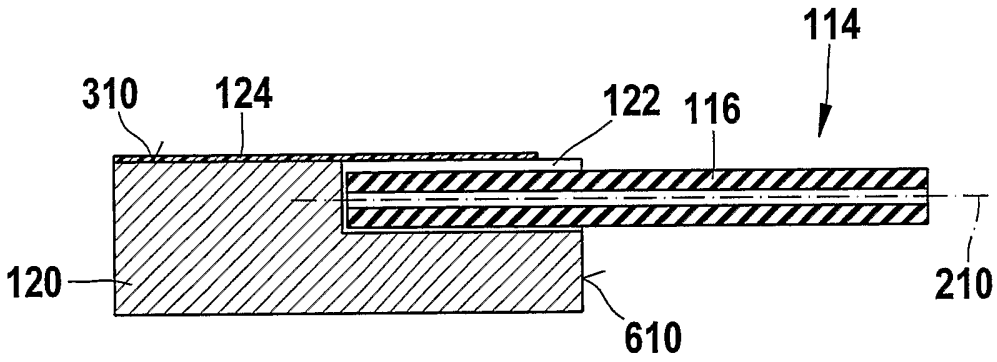


Fig. 6

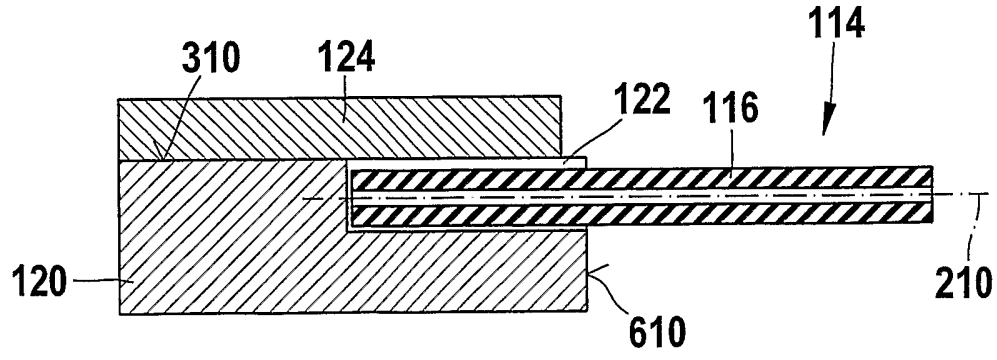


Fig. 7

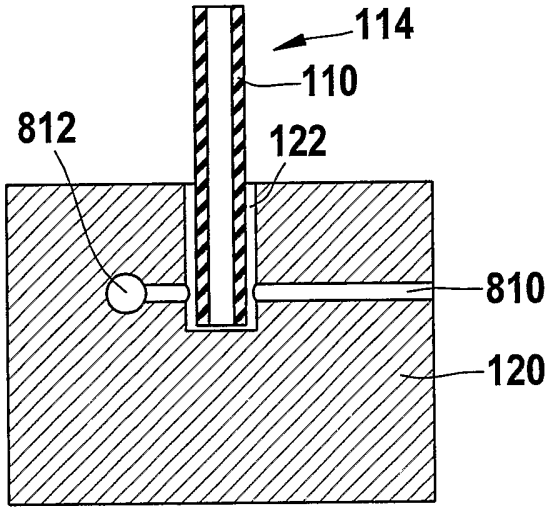


Fig. 8

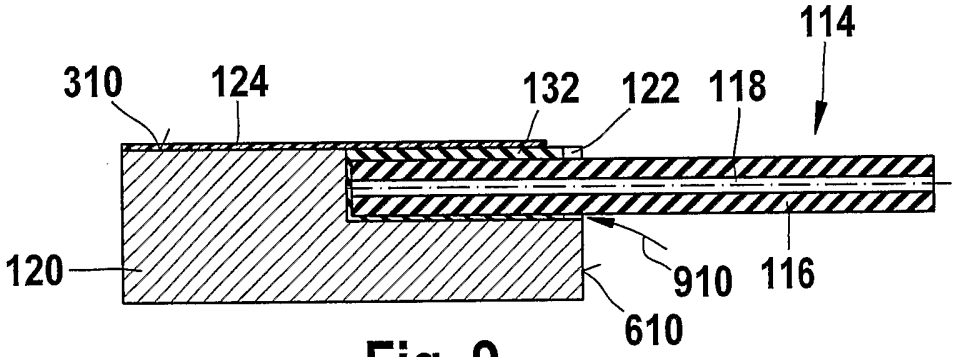


Fig. 9

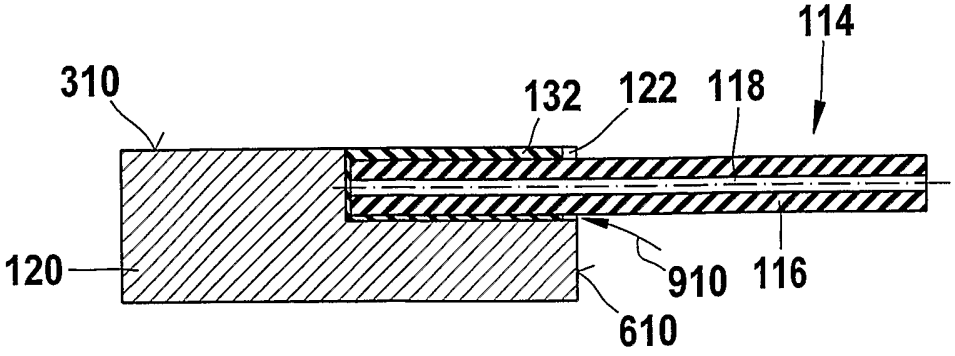


Fig. 10

Fig. 11

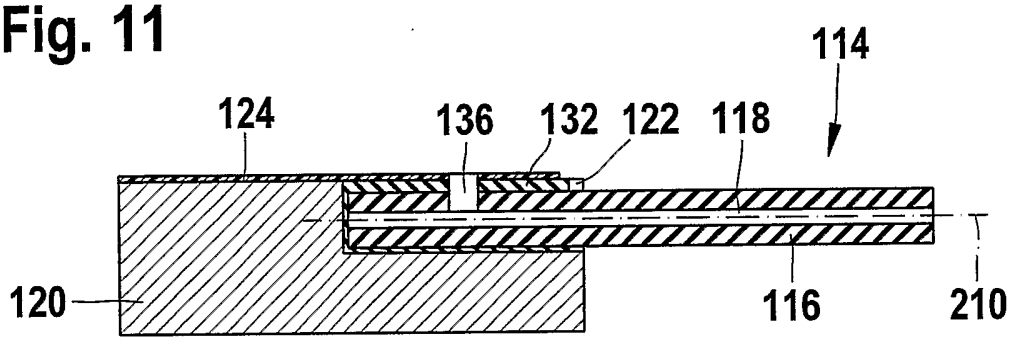
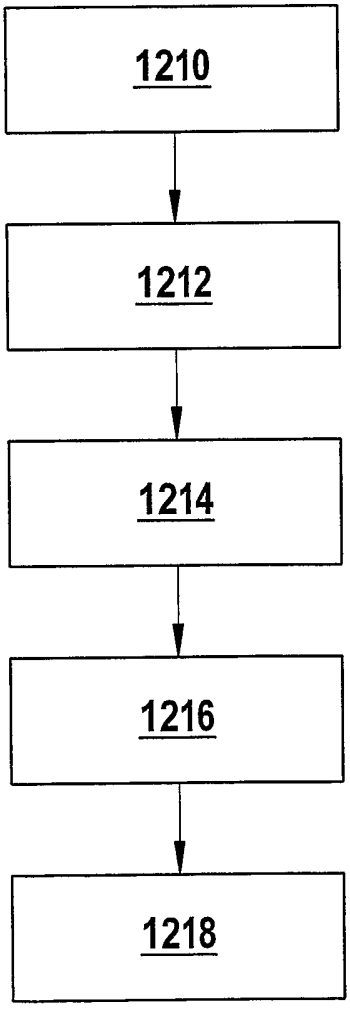


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2005/013910

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01L3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	DE 102 47 053 A1 (FRANK, THOMAS) 22 April 2004 (2004-04-22) paragraph [0003] abstract figures 2-4 claims 1,3 --- -/--	1-3,8,9, 20,21,24 5-7, 11-19, 23, 25-33,35

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* *Special categories of cited documents :*

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" *earlier document but published on or after the international* filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 February 2006	21/03/2006

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Hoyal, B

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 290 791 B1 (SHAW JOHN EDWARD ANDREW ET AL) 18 September 2001 (2001-09-18) cited in the application figures 3-6 column 3, lines 24-29 column 4, lines 59-65 column 5, line 30 - line 35 column 6, line 66 - column 7, line 5 column 7, line 45 - line 60	5-7, 11-19, 23, 25-33,35
A	DE 103 08 050 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 9 September 2004 (2004-09-09) figure 1 paragraphs [0011], [0014]	1-35
A	US 2004/201174 A1 (DODGSON JOHN ROBERT ET AL) 14 October 2004 (2004-10-14) abstract figures 1,3,4 claims 1-3,6 paragraphs [0013], [0036], [0037]	1-35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2005/013910

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10247053 A1	22-04-2004	NONE	
US 6290791 B1	18-09-2001	AU 5403198 A	29-06-1998
		CA 2273861 A1	11-06-1998
		CN 1244239 A	09-02-2000
		DE 69715036 D1	02-10-2002
		DE 69715036 T2	30-04-2003
		EP 0944794 A1	29-09-1999
		WO 9825065 A1	11-06-1998
		JP 2001505980 T	08-05-2001
		KR 2000057439 A	15-09-2000
DE 10308050 A1	09-09-2004	NONE	
US 2004201174 A1	14-10-2004	AU 5497001 A	20-11-2001
		EP 1281003 A1	05-02-2003
		WO 0186154 A1	15-11-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/013910

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
B01L3/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	DE 102 47 053 A1 (FRANK, THOMAS) 22. April 2004 (2004-04-22) Absatz [0003] Zusammenfassung Abbildungen 2-4 Ansprüche 1,3 --- -/--	1-3,8,9, 20,21,24 5-7, 11-19, 23, 25-33,35

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. Februar 2006	21/03/2006
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	**Bevollmächtigter Bediensteter** Hoyal, B

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 290 791 B1 (SHAW JOHN EDWARD ANDREW ET AL) 18. September 2001 (2001-09-18) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 3-6 Spalte 3, Zeilen 24-29 Spalte 4, Zeilen 59-65 Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 35 Spalte 6, Zeile 66 - Spalte 7, Zeile 5 Spalte 7, Zeile 45 - Zeile 60	5-7, 11-19, 23, 25-33,35
A	DE 103 08 050 A1 (ABB RESEARCH LTD [CH]) 9. September 2004 (2004-09-09) Abbildung 1 Absätze [0011], [0014]	1-35
A	US 2004/201174 A1 (DODGSON JOHN ROBERT ET AL) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) Zusammenfassung Abbildungen 1,3,4 Ansprüche 1-3,6 Absätze [0013], [0036], [0037]	1-35

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2005/013910

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10247053	A1	22-04-2004	KEINE		
US 6290791	B1	18-09-2001	AU	5403198 A	29-06-1998
			CA	2273861 A1	11-06-1998
			CN	1244239 A	09-02-2000
			DE	69715036 D1	02-10-2002
			DE	69715036 T2	30-04-2003
			EP	0944794 A1	29-09-1999
			WO	9825065 A1	11-06-1998
			JP	2001505980 T	08-05-2001
			KR	2000057439 A	15-09-2000
DE 10308050	A1	09-09-2004	KEINE		
US 2004201174	A1	14-10-2004	AU	5497001 A	20-11-2001
			EP	1281003 A1	05-02-2003
			WO	0186154 A1	15-11-2001