



(10) **DE 10 2012 205 511 A1** 2013.10.10

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 205 511.8**

(22) Anmeldetag: **04.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **10.10.2013**

(51) Int Cl.: **B04B 5/04 (2012.01)**

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

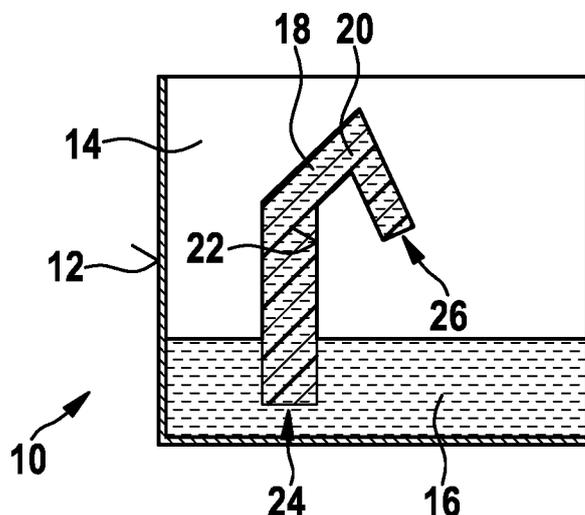
(72) Erfinder:

**Steigert, Jürgen, 70176, Stuttgart, DE; Daub,
Martina, 71287, Weissach, DE; Paust, Nils, 79100,
Freiburg, DE; Roth, Günter, 79100, Freiburg, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Revolverbauteil für ein Reagenzgefäß**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Revolverbauteil (10) für ein Reagenzgefäß, wobei an dem Revolverbauteil (10) mindestens eine Gefäßstruktur (14) ausgebildet ist, in welche mindestens eine Flüssigkeit (16) einfüllbar oder eingefüllt ist, und wobei das Revolverbauteil (10) mindestens eine an und/oder in der mindestens einen Gefäßstruktur (14) angeordnete Kapillarstruktur (18), mittels welcher eine Kapillarkraft auf die mindestens eine Flüssigkeit (16) ausübbar ist, aufweist, wodurch die mindestens eine Flüssigkeit (16) zumindest teilweise in ein Innenvolumen (20) der mindestens einen Kapillarstruktur (18) einsaugbar ist. Ebenso betrifft die Erfindung ein Reagenzgefäß-Einsetzteil und ein Reagenzgefäß. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Zentrifugieren eines Materials und ein Verfahren zum Druckbehandeln eines Materials.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Revolverbauteil für ein Reagenzgefäß. Ebenso betrifft die Erfindung ein Reagenzgefäß-Einsetzteile und ein Reagenzgefäß. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Zentrifugieren eines Materials und ein Verfahren zum Druckbehandeln eines Materials.

Stand der Technik

[0002] In der DE 10 2010 003 223 A1 ist eine Vorrichtung zum Einsetzen in einen Rotor einer Zentrifuge beschrieben. Die im Format eines Standard-Zentrifugenröhrchens ausgebildete Vorrichtung kann verschiedene Revolver umfassen, welche axial übereinander angeordnet sind. Die Revolver können Kanäle, Kavitäten, Reaktionskammern und weitere Strukturen für die Durchführung von fluidischen Einheitsoperationen aufweisen. Über eine integrierte Kugelschreibermechanik können die Revolver bezüglich ihrer Positionen zueinander rotiert werden, wodurch sich die Strukturen der Revolver zueinander schalten lassen. Eine Aktualisierung der Kugelschreibermechanik ist nach dem Einsetzen der Vorrichtung in eine Zentrifuge mittels einer durch den Betrieb der Zentrifuge bewirkten Zentrifugalkraft auslösbar. Gleichzeitig können Flüssigkeiten entlang dem Kraftvektor der bewirkten Zentrifugalkraft transferiert werden.

Offenbarung der Erfindung

[0003] Die Erfindung schafft ein Revolverbauteil für ein Reagenzgefäß mit den Merkmalen des Anspruchs 1, ein Reagenzgefäß-Einsetzteile mit den Merkmalen des Anspruchs 10, ein Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 11, ein Verfahren zum Zentrifugieren eines Materials mit den Merkmalen des Anspruchs 12 und ein Verfahren zum Druckbehandeln eines Materials mit den Merkmalen des Anspruchs 14.

Vorteile der Erfindung

[0004] Die von der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkte Kapillarkraft kann dazu genutzt werden, die mindestens eine Flüssigkeit innerhalb der mindestens einen Gefäßstruktur, aus der mindestens einen Gefäßstruktur heraus und/oder in die mindestens eine Gefäßstruktur des Revolverbauteils zu transferieren. Wie unten genauer ausgeführt wird, ist mittels der Kapillarkraft auch ein Flüssigkeitstransport entgegen einer mittels eines Betriebs einer Zentrifuge bewirkten Zentrifugalkraft und/oder entgegen einer mittels eines Betriebs einer Druckvariervorrichtung bewirkten Druckkraft realisierbar. Außerdem kann die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur auch vorteilhaft dazu genutzt werden, die mindestens eine Flüssigkeit zwischenzuspeichern. Die min-

destens eine Kapillarstruktur in und/oder an dem Revolverbauteil ist somit eine vorteilhafte Steuerkomponente zum Steuern eines Flüssigkeitstransports der mindestens einen Flüssigkeit und/oder Speichern der mindestens einen Flüssigkeit.

[0005] Wie nachfolgend genauer beschrieben wird, ist die mindestens eine Kapillarstruktur auch als passive Ventilstruktur und/oder passive Mischkomponente zum Mischen von Flüssigkeiten einsetzbar. Die mindestens eine Kapillarstruktur an und/oder in dem Revolverbauteil kann somit für eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten eingesetzt werden.

[0006] In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die mindestens eine Kapillarstruktur einen mittleren Durchmesser in einem Bereich zwischen 0,1 µm bis 1 mm auf. Der mindestens eine mittlere Durchmesser kann insbesondere in einem Bereich zwischen 1 µm bis 100 µm liegen. Dies gewährleistet eine ausreichend hohe Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur, mittels welcher die mindestens eine Flüssigkeit (wahlweise) in das Innenvolumen der mindestens einen Kapillarstruktur einsaugbar ist.

[0007] Beispielsweise kann die mindestens eine Kapillarstruktur aus Glas, Silica (Kieselgel), einem Polymer, einem Gewebestoff und/oder einem Gel gebildet sein. Die mindestens eine Kapillarstruktur ist somit vergleichsweise einfach und kostengünstig ausführbar.

[0008] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die mindestens eine Kapillarstruktur an ihrer mindestens einen Innenwand mit Proteinen, Antigenen, Antikörpern, Enzymen, DNA-Teilsträngen, RNA-Teilsträngen und/oder Epoxidharz beschichtet. Während eines Transferierens der mindestens einen Flüssigkeit durch die mindestens eine Kapillarstruktur und/oder eines Zwischenspeicherns der mindestens einen Flüssigkeit in der mindestens einen Kapillarstruktur können biochemische/molekularbiologische Reaktionen zielgerichtet ausgeführt werden. Die mindestens eine Kapillarstruktur ist somit vielseitig einsetzbar.

[0009] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die mittels der mindestens einen Kapillarstruktur ausübbar Kapillarkraft größer als eine Gewichtskraft der mindestens einen in die mindestens eine Gefäßstruktur einfüllbaren oder eingefüllten Flüssigkeit. Die mindestens eine Kapillarstruktur kann somit dazu genutzt werden, die mindestens eine Flüssigkeit entgegen der Gewichtskraft zu transferieren und/oder trotz der Gewichtskraft zwischenzuspeichern.

[0010] Beispielsweise weist das Revolverbauteil eine Revolveraußenwand auf, welche so ausgebildet ist, dass das Revolverbauteil in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvari-

ievorrichtung einsetzbar ist. Als Ergänzung oder als Alternative dazu kann das Revolverbauteil in einem Einsetzteilgehäuse eines Reagenzgefäß-Einsetzteils einsetzbar sein, welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteil in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist. Das Revolverbauteil kann somit während eines Zentrifugierens, eines Anlegens eines Überdrucks und/oder eines Anlegens eines Unterdrucks vorteilhaft eingesetzt werden.

[0011] Bevorzugter Weise ist die mindestens eine zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugte Flüssigkeit mittels einer bei einem Betrieb der Zentrifuge, in deren Rotoreinrichtung das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil angeordnet ist, bewirkbaren Zentrifugalkraft und/oder mittels bei einem Betrieb der Druckvariervorrichtung, in welcher das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil angeordnet ist, bewirkbaren Druckkraft aus der mindestens einen Kapillarstruktur heraus transferierbar. Somit kann die mittels der Kapillarkraft in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugte mindestens eine Flüssigkeit auf einfache Weise wieder aus der Kapillarstruktur herausgepresst werden. Da das Herauspressen der mindestens einen Flüssigkeit mittels der Zentrifugalkraft und/oder mittels der Druckkraft ausführbar ist, ohne dass die mindestens eine Kapillarstruktur in ihrer Form (wesentlich) verändert wird, kann der Einsaugvorgang und/oder der Auspressvorgang beliebig oft (reversibel) wiederholt werden. Wie unten genauer ausgeführt wird, ist deshalb die mindestens eine Kapillarstruktur sowohl als passive Ventilstruktur zum Schalten von Flüssigkeiten, als auch als passive Mischkomponente zum Mischen von Flüssigkeiten einsetzbar.

[0012] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung umfasst die mindestens eine Gefäßstruktur jeweils mindestens eine erste Kammer mit einer Befüll- und/oder Druckausgleichöffnung und eine zweite Kammer, welche bis auf eine Flüssigkeitsaustauschöffnung zu der ersten Kammer luft- und/oder flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist, wobei die mindestens eine Kapillarstruktur in einem als schwammartige Masse ausgebildeten Kapillarsystem ausgeformt ist, welche in der zweiten Kammer angeordnet ist. Dies gewährleistet eine kostengünstige Ausführung der mindestens einen Kapillarstruktur, welche für eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten einsetzbar ist.

[0013] Die in den oberen Absätzen beschriebenen Vorteile sind auch mittels eines Reagenzgefäß-Einsetzteils realisierbar, welches ein Einsetzteilgehäuse aufweist, welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteil in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist, und welches mindestens ein in

dem Einsetzteilgehäuse angeordnetes Revolverbauteil entsprechend der erfindungsgemäßen Technologie aufweist.

[0014] Außerdem sind diese Vorteile gewährleistetbar durch ein Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung mit mindestens einem in dem Reagenzgefäß angeordneten Revolverbauteil entsprechend der erfindungsgemäßen Technologie.

[0015] Die Vorteile sind auch bewirkbar durch Ausführen des Verfahrens zum Zentrifugieren eines Materials. In einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Verfahren die zusätzlichen Schritte auf: Zumindest einmaliges zwischenzeitliches Reduzieren der aktuellen Drehgeschwindigkeit auf eine zweite Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine zweite Zentrifugalkraft kleiner als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, wodurch das zu zentrifugierende Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugt werden, und Erhöhen der aktuellen Drehgeschwindigkeit auf eine dritte Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine dritte Zentrifugalkraft größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt.

[0016] Außerdem sind die Vorteile bewirkbar durch das Ausführen des Verfahrens zum Druckbehandeln eines Materials. In einer vorteilhaften Weiterbildung kann das Verfahren die zusätzlichen Schritte aufweisen: Zumindest einmaliges Angleichen des Unter- oder Überdrucks in Richtung des Atmosphärendrucks auf einen zweiten Soll-Druck, welcher eine zweite Druckkraft kleiner als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, wodurch das Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugt werden, und Verstärken des Unter- oder Überdrucks weg von dem Atmosphärendruck auf einen dritten Soll-Druck, welcher eine dritte Druckkraft größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

[0018] [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform des Revolverbauteils;

[0019] [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) schematische Darstellungen einer zweiten Ausführungsform des Revolverbauteils;

[0020] [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) schematische Darstellungen einer dritten Ausführungsform des Revolverbauteils;

[0021] [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) schematische Darstellungen einer vierten Ausführungsform des Revolverbauteils;

[0022] [Fig. 5a](#) bis [Fig. 5c](#) schematische Darstellungen einer fünften Ausführungsform des Revolverbauteils;

[0023] [Fig. 6](#) eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Reagenzgefäß-Einsetzteils;

[0024] [Fig. 7](#) ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Zentrifugieren eines Materials; und

[0025] [Fig. 8](#) ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Druckbehandeln eines Materials.

Ausführungsformen der Erfindung

[0026] [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) zeigen schematische Darstellungen einer ersten Ausführungsform des Revolverbauteils.

[0027] Das in [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) (zumindest teilweise) schematisch dargestellte Revolverbauteil **10** ist in einem Reagenzgefäß verwendbar. Beispielsweise kann das Revolverbauteil **10** eine Revolveraußenwand **12** aufweisen, welche so ausgebildet ist, dass das Revolverbauteil **10** in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist. Als Alternative oder als Ergänzung dazu kann das Revolverbauteil **10** aufgrund seiner Revolveraußenwand **12** in einem Einsetzteilegehäuse eines Reagenzgefäß-Einsetzteils einsetzbar sein, welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteile in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist. Die Einsetzbarkeit des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils in das betreffende Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder eine Druckvariervorrichtung kann so interpretiert werden, dass die Revolveraußenwand **12**/eine Außenwand des Einsetzteilegehäuses zu einer Innenwand des Reagenzgefäßes korrespondiert. Vorzugsweise kontaktiert die Revolveraußenwand **12**/die Außenwand des Einsetzteilegehäuses die Innenwand des Reagenzgefäßes derart, dass auch während eines Betriebs der Zentrifuge und/oder der Druckvariervorrichtung ein verlässlicher Halt des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils in dem betreffenden Reagenzgefäß gewährleistet ist.

[0028] Unter dem Reagenzgefäß kann beispielsweise ein (Standard)-Reagenzglas/Reagenzröhrchen

verstanden werden. Weitere Ausführungsbeispiele sind Zentrifugenröhrchen, 1,5 ml Eppendorf-Röhrchen, 2 mL Eppendorf-Röhrchen, 5 mL Eppendorf-Röhrchen und Mikrotiterplatten, wie z.B. 20 µL Mikrotiterplatten (pro Kavität). Ebenso kann das Reagenzgefäß ein Testträger oder eine Einwegkartusche sein, welche als Lab-on-a-Chip-system auf einem plastikartengroßen Kunststoffsubstrat ausgebildet sind. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass die Ausbildbarkeit des Reagenzgefäßes nicht auf die hier aufgezählten Beispiele limitiert ist. Außerdem sind die Maße des Reagenzgefäßes lediglich aufgrund einer erwünschten Einsetzbarkeit des Reagenzgefäßes in der Zentrifuge und/oder in der Druckvariervorrichtung vorgegeben. Die Ausführbarkeit der im Weiteren beschriebenen erfindungsgemäßen Technologien schreibt jedoch keine äußere Form des Reagenzgefäßes vor. Außerdem kann das Reagenzgefäß zur Aufnahme von Proben in einer Menge ausgelegt sein, welche wahlweise aus einem Bereich von wenigen µL bis zu 1L gewählt werden kann.

[0029] Es wird darauf hingewiesen, dass unter der im Weiteren erwähnten Zentrifuge und Druckvariervorrichtung keine bestimmten Gerätetypen zu verstehen sind. Stattdessen ist die erfindungsgemäße Technologie mittels jeder Zentrifuge nutzbar, mittels welcher eine (Mindest-)Zentrifugalkraft ab 20 g ausübbar ist. Ebenso kann die erfindungsgemäße Technologie für jede Druckvariervorrichtung genutzt werden, mittels welcher ein Unter- und/oder Überdruck anlegbar ist.

[0030] Unter dem Revolverbauteil **10** kann insbesondere ein Revolver für ein Reagenzgefäß verstanden werden. Das Revolverbauteil **10** kann z.B. derart ausgelegt sein, dass es mittels einer geeigneten Mechanik, welche an dem Revolverbauteil **10** oder getrennt von dem Revolverbauteil **10** angeordnet sein kann, um eine Drehachse **11** drehbar ist. Die Drehachse **11** kann insbesondere mittig durch das Revolverbauteil **10** verlaufen und/oder senkrecht zu dem mindestens einen Gefäßboden ausgerichtet sein. Insbesondere können das Revolverbauteil **10**/das Reagenzgefäß-Einsetzteile auch für ein Zusammenwirken mit einer Kugelschreibermechanik ausgebildet sein, bzw. eine Kugelschreibermechanik umfassen. Das Revolverbauteil **10**/das Reagenzgefäß-Einsetzteile kann ein Volumen kleiner als 5 Milliliter fassen. Das Revolverbauteil **10** kann so insbesondere so ausgelegt sein, dass es in einem Stapel weiterer Revolver und/oder Reaktionskammern integrierbar ist. Mittels einer Kugelschreibermechanik können (axial übereinander gestapelte) Revolver, Reaktionskammern und/oder Kavitäten axial wie auch azimutal zueinander positioniert werden. Bezüglich einer möglichen Ausführung der Kugelschreibermechanik wird auf die DE 2010 003 223 A1 verwiesen.

[0031] An dem Revolverbauteil **10** ist mindestens eine Gefäßstruktur **14** ausgebildet, in welche mindestens eine Flüssigkeit **16** einfüllbar oder eingefüllt ist. Die mindestens eine Flüssigkeit **16** kann beispielsweise ein zu untersuchendes Material/Probenmaterial und/oder mindestens eine Chemikalie sein. Es wird darauf hingewiesen, dass das im Weiteren beschriebene Revolverbauteil **10** nicht auf die Verwendung bestimmter Flüssigkeiten limitiert ist. Außerdem können an dem Revolverbauteil **10** mehrere Gefäßstrukturen **14** ausgebildet sein, welche sich von der Drehachse **11** radial zu der Revolveraußenwand **12** erstrecken. Die Ausbildbarkeit des Revolverbauteils **10** ist nicht auf eine bestimmte Form der mindestens einen Gefäßstruktur **14** und/oder eine bestimmte Anzahl von Gefäßstrukturen **14** des Revolverbauteils **10** limitiert.

[0032] Außerdem weist das Revolverbauteil **10** mindestens eine an und/oder in der mindestens einen Gefäßstruktur **14** angeordnete Kapillarstruktur **18** auf, mittels welcher eine Kapillarkraft auf die mindestens eine Flüssigkeit **16** ausübbar ist. Mittels der Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur **18** ist die mindestens eine Flüssigkeit **16** zumindest teilweise in ein Innenvolumen **20** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** einsaugbar. Außerdem ermöglicht die mindestens eine Kapillarstruktur **18** zumindest ein zeitweises Zwischenspeichern der mindestens einen darin eingesaugten Flüssigkeit **16**. Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** kann somit zu einem Flüssigkeitstransport der mindestens einen Flüssigkeit **16** innerhalb der mindestens einen Gefäßstruktur **14**, aus der mindestens einen Gefäßstruktur **14** heraus, und/oder in die mindestens eine Gefäßstruktur **14** hinein genutzt werden. Des Weiteren ist die mindestens eine Kapillarstruktur **18** eine vorteilhafte Speicherkomponente zum Speichern/Zwischenspeichern von der mindestens einen Flüssigkeit **16**, auch ohne dass die mindestens eine Kapillarstruktur **18** ein mechanisches/verstellbares Element aufweist.

[0033] Vorzugsweise weist die mindestens eine Kapillarstruktur **18** einen mittleren Durchmesser auf, welcher in einem Bereich zwischen 0,1 µm bis 1 mm liegt. Insbesondere kann der mittlere Durchmesser der mindestens einen Kapillarstruktur **18** in einem Bereich zwischen 1 µm bis 500 µm, vorzugsweise zwischen 1 µm und 100 µm, liegen. Man kann dies auch so umschreiben, dass die mindestens eine Kapillarstruktur **18** eine Porengröße in einem Bereich zwischen 0,1 µm bis 1 mm aufweist.

[0034] Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** kann beispielsweise aus Glas, Silica, einem Polymer, wie beispielsweise Polyester, Polypropylen, Polytetrafluorethylen, Nylon und/oder Polyvinylidenfluorid, einem Gewebestoff und/oder einem Gel gebildet sein. Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** kann insbesondere als Glasfilter ausgebildet sein. Die Aus-

bildbarkeit der mindestens einen Kapillarstruktur **18** ist jedoch nicht auf die hier aufgezählten Materialien limitiert. Beispielsweise kann die mindestens eine Kapillarstruktur **18** auch aus einem Revolvermaterial des Revolverbauteils **10** ausgebildet sein. Obwohl es aufgrund der einfachen Ausstattung des Revolverbauteils **10** mit der mindestens einen Kapillarstruktur **18** vorteilhaft ist, das Revolvermaterial auch als Kapillarmaterial zu verwenden, ist die Herstellbarkeit der mindestens einen Kapillarstruktur jedoch nicht auf das einstückige Ausbilden der mindestens einen Kapillarstruktur **18** mit dem Revolverbauteil **10** mittels eines Gussverfahrens oder eines Spritzgussverfahrens beschränkt. Anstelle einer einstückigen Ausbildung der mindestens einen Kapillarstruktur **18** mit dem Revolverbauteil **10** kann das Revolverbauteil **10** auch zuerst ohne die mindestens eine Kapillarstruktur **18** geformt werden und anschließend mit der mindestens einen Kapillarstruktur **18** bestückt werden.

[0035] Des Weiteren kann die mindestens eine Kapillarstruktur **18** auch eine kontinuierliche, diskontinuierliche und/oder definierte Geometrie aufweisen. Somit kann die mindestens eine Kapillarstruktur **18** beispielsweise einen runden Kanalquerschnitt, einen viereckigen Kanalquerschnitt und/oder einen mehr-eckigen Kanalquerschnitt aufweisen. Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** kann einzeln oder als Bündel eingesetzt werden. Anstelle einer einzelnen Kapillarstruktur **18** oder einer definierten Anzahl von Kapillarstrukturen **18** kann das Revolverbauteil auch ein Kapillarsystem aus fließ-, filter-, säulen- und schwammartigen Kapillarstrukturen **18** haben.

[0036] Das Revolverbauteil **10** kann trotz seiner vorteilhaften Einsetzbarkeit mittels eines Gussverfahrens oder eines Spritzgussverfahrens einstückig hergestellt sein. Das Revolverbauteil **10** ist somit kostengünstig herstellbar. Das Innenvolumen des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils kann zumindest teilweise aus einem Polymer, z.B. aus COP, COC, PC, PA, PU, PP, PET und/oder PMMA, sein. Auch weitere Materialien sind zum Bilden des Innenvolumens des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils geeignet.

[0037] In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die mindestens eine Kapillarstruktur **18** an ihrer mindestens einen Innenwand **22** mit Proteinen, Antigenen, Antikörpern, Enzymen, DNA-Teilsträngen, RNA-Teilsträngen und/oder Epoxidharz beschichtet. Man kann dies auch als eine Immobilisierung der mindestens einen Innenwand **22** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** mit biologischen Sonden umschreiben. Somit können während eines Einsetzens der mindestens einen Kapillarstruktur **18** zum Transferieren/Transportieren, Zwischenspeichern, Speichern, Zurückhalten und/oder Mischen der mindestens einen Flüssigkeit **16** biochemische/molekularbiologische Reaktionen, wie insbesondere spezifische Pro-

tein- und/oder DNA-Bindungen, enzymatische Umsetzungen und/oder DNA-Hybridisierungen durchgeführt werden. Außerdem können während der hier beschriebenen Vorgänge unspezifische Bindungen unterbunden werden. Dies erweitert die Einsetzbarkeit der mindestens einen Kapillarstruktur **18**.

[0038] Des Weiteren kann die mindestens eine Innenwand **22** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** auch so beschichtet/modifiziert sein, dass ihre Benetzungseigenschaften und/oder ihr Kontaktwinkel eine besonders hohe Kapillarkraft auf die mindestens eine Flüssigkeit **16** bewirken. Beispielsweise kann die mindestens eine Innenwand **22** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** aufgrund ihrer Beschichtung/Modifizierung stark hydrophil sein. Insbesondere kann dazu die mindestens eine Innenwand **22** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** eine vergleichsweise hohe Rauigkeit aufweisen.

[0039] Vorzugsweise ist die mittels der mindestens einen Kapillarstruktur **18** (auf die mindestens eine Flüssigkeit **16**) ausübbarer Kapillarkraft größer als eine Gewichtskraft der mindestens einen in die mindestens eine Gefäßstruktur **14** einfüllbaren oder eingefüllten Flüssigkeit **16**. Die mindestens eine zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur **18** eingesaugte Flüssigkeit **16** kann mittels einer bei einem Betrieb der Zentrifuge, in deren Rotoreinrichtung das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil **10** angeordnet ist, bewirkbaren Zentrifugalkraft und/oder mittels einer bei einem Betrieb der Druckvariervorrichtung in welcher das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil **10** angeordnet ist, bewirkbaren Druckkraft aus der mindestens einen Kapillarstruktur **18** heraus transferierbar sein. Beispielsweise kann die Kapillarkraft, welche mittels der mindestens einen Kapillarstruktur **18** auf die mindestens eine Flüssigkeit **16** ausübbar ist, einer Zentrifugalbeschleunigung von höchstens 1000 g, höchstens 500 g, insbesondere höchstens 200 g, entsprechen. Somit kann mittels eines Zentrifugierens des Revolverbauteils **10** mit einer Beschleunigung von 1000 g, 500 g, insbesondere 200 g, die in die mindestens eine Kapillarstruktur **18** eingesaugte mindestens eine Flüssigkeit **16** auf einfache Weise wieder herausgepresst werden. Damit kann die in der mindestens einen Kapillarstruktur **18** zwischengespeicherte mindestens eine Flüssigkeit **16** auf einfache Weise wieder aus dieser heraustransferiert werden.

[0040] Bei der Ausführungsform der [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) ist die mindestens eine Kapillarstruktur **18** als gebogene Kapillare ausgebildet. Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** weist eine Ansaugöffnung **24** und eine Austrittsöffnung **26** auf, wobei die Austrittsöffnung **26** in Bezug zu einer Wirkrichtung **28** einer mittels einer Zentrifuge bewirkbaren Zentrifugalkraft und/oder einer mittels einer Druckvariervorrichtung

bewirkbaren Druckkraft zurückversetzt ist. Sofern keine Zentrifugalkraft und/oder keine Druckkraft größer als der Kapillarkraft auf die in die mindestens eine Kapillarstruktur **18** eingesaugte Flüssigkeit **16** ausgeübt wird, ist das Innenvolumen **20** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** mit der mindestens einen Flüssigkeit **16** befüllt. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die mindestens eine Kapillarstruktur **18** ein Ansaugen der mindestens einen Flüssigkeit **16** entgegen einer Wirkrichtung **28** der mittels einer Zentrifuge bewirkbaren Zentrifugalkraft und/oder der mittels einer Druckvariervorrichtung bewirkbaren Druckkraft ermöglicht. So lange die als Zentrifugalkraft und/oder Druckkraft bewirkbare Aktuationskraft kleiner als die Kapillarkraft ist, ist die mindestens eine Flüssigkeit **16** verlässlich in die mindestens eine Kapillarstruktur **18** einsaugbar. Übersteigt die auf die in dem Innenvolumen **20** eingefüllte Flüssigkeit **16** ausgeübte Zentrifugalkraft und/oder Druckkraft hingegen die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur **18**, so bewirkt die vorteilhafte Form der mindestens einen Kapillarstruktur **18** einen ersten Flüssigkeitsfluss **30** einer ersten Flüssigkeitsmenge, welche aus der jeweiligen Ansaugöffnung **24** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** herausgepresst wird, und einen zweiten Flüssigkeitsfluss **32** einer zweiten Flüssigkeitsmenge, welche die mindestens eine Kapillarstruktur **18** durch die jeweilige Austrittsöffnung **26** verlässt. Die erste Flüssigkeitsmenge entspricht dabei einem ersten Teilvolumen der mindestens einen Kapillarstruktur **18**, welches sich von der jeweiligen Ansaugöffnung **24** zu einer (virtuellen) Trennebene **34** erstreckt. Die jeweilige Trennebene **34** schneidet die zugehörige Kapillarstruktur **18** an einem der Wirkrichtung **28** am weitesten entgegen gerichteten Punkt **36**, welcher auch als ein Hochpunkt der jeweiligen Kapillarstruktur **18** umschreibbar ist. Die zweite Flüssigkeitsmenge ist definiert durch ein zweites Teilvolumen der mindestens einen Kapillarstruktur **18**, welches sich von der jeweiligen Austrittsöffnung **26** zu der Trennebene **34** erstreckt. Das erste Teilvolumen und das zweite Teilvolumen können gemeinsam das Innenvolumen **20** der mindestens einen Kapillarstruktur **18** ergeben.

[0041] Wie anhand von [Fig. 1b](#) erkennbar ist, kann die hier beschriebene Ausführungsform der mindestens einen Kapillarstruktur **18**, sofern die aus der Austrittsöffnung **26** fließende zweite Flüssigkeitsmenge wieder in ein gemeinsames Gefäß mit der aus der Ansaugöffnung **24** austretenden ersten Flüssigkeitsmenge eingeleitet wird, als Mischer genutzt werden. Es wird insbesondere darauf hingewiesen, dass die mindestens eine vorteilhafte Kapillarstruktur **18** ein passives Mischen der mindestens einen Flüssigkeit **16** auch ohne ein mechanisches/verstellbares Element, bzw. ohne ein bewegliches Teil, ermöglicht.

[0042] Sofern die aus der Ansaugöffnung **24** austretende erste Flüssigkeit in ein (nicht skizziertes) ers-

tes Teilgefäß geleitet wird, während die aus der Austrittsöffnung **26** austretende zweite Flüssigkeitsmenge in ein (nichtdargestelltes) zweites Teilgefäß fließt, kann die mindestens eine Kapillarstruktur **18** auch zum Abmessen einer definierten Flüssigkeitsmenge und zum Transportieren der definierten Flüssigkeitsmenge in ein gewünschtes Zielvolumen genutzt werden. Da sich das Volumen und/oder die Form der mindestens einen Kapillarstruktur die erste Flüssigkeitsmenge und die zweite Flüssigkeitsmenge genau festlegen lassen, können somit mittels der anhand der [Fig. 1a](#) und [Fig. 1b](#) dargestellten Ausführungsform Flüssigkeitsvolumina (genau) abgemessen und falls gewünscht in separate Kammern geleitet werden. In einer Weiterbildung kann die als Steigkapillare ausgebildete mindestens eine Kapillarstruktur **18** auch mehrere Auslässe aufweisen, um parallel mehrere Teilvolumina abzumessen. (Mittels einer derartigen Steigkapillare kann auch eine Mischeffizienz gesteigert werden).

[0043] In dem Revolverbauteil **10**/einem damit ausgestatteten Reagenzgefäß-Einsetzteile können zusätzlich noch mindestens ein Kanal, mindestens eine Kavität und/oder mindestens eine Reaktionskammer ausgebildet sein. In dem Innenvolumen des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils können Prozessschritte und Strukturen integriert sein, wie beispielsweise Sedimentationsstrukturen, Kanalstrukturen oder Siphonstrukturen zum Weiterleiten und Schalten von mindestens einer in dem Revolverbauteil **10**/dem Reagenzgefäß-Einsetzteile enthaltenen Flüssigkeit. Insbesondere kann mindestens eine weitere Untereinheit des Innenvolumens des Revolverbauteils **10**/des Reagenzgefäß-Einsetzteils als „Vorratsbehälter“ mit mindestens einer Flüssigkeit gefüllt sein, welche mit einem nachträglich eingefüllten, zu verarbeitenden und/oder zu untersuchenden Material/Probenmaterial mindestens eine chemische Reaktion und/oder einen biochemischen/molekularbiologischen Prozess ausführt. Der mindestens eine „Vorratsbehälter“ kann z.B. mit Chemikalien (z.B. Puffern), Enzymen, Lyophilisaten, Beads, Farbstoffen, Antikörpern, Antigenen, Rezeptoren, Proteinen, DNA-Strängen und/oder RNA-Strängen gefüllt sein. Das Revolverbauteil **10**/das Reagenzgefäß-Einsetzteile können auch mit zusätzlichen Komponenten, wie beispielsweise Ventilen und/oder Pumpen, ausgestattet sein. Außerdem kann die erfindungsgemäße Technologie auch mit einer Vielzahl von herkömmlichen Aktuations-, Detektions- und/oder Steuereinheiten zusammenwirken.

[0044] [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) zeigen schematische Darstellungen einer zweiten Ausführungsform des Revolverbauteils.

[0045] Das in den [Fig. 2a](#) bis [Fig. 2c](#) (zumindest teilweise) schematisch dargestellte Revolverbauteil **10** weist anstelle einer begrenzten Anzahl von Kapillar-

strukturen ein Kapillarsystem **40** auf, in welchem eine Vielzahl von Kapillarstrukturen ausgebildet ist. Das Kapillarsystem **40** kann beispielsweise als Filter ausgebildet sein. [Fig. 2a](#) zeigt das Revolverbauteil **10** unmittelbar nach einem Einfüllen der mindestens einen Flüssigkeit **16** durch eine Einfüllöffnung **42** der mindestens einen Gefäßstruktur **14** des Revolverbauteils **10**. Dabei kontaktiert die mindestens eine Flüssigkeit **16** das Kapillarsystem **40**, welches eine in der jeweiligen Gefäßstruktur **14** ausgebildete Kammer **44** von der Einfüllöffnung **42** abgrenzt. Die mindestens eine Flüssigkeit **16** wird anschließend in das Kapillarsystem **40** eingesaugt, wobei die Kapillarkraft ein Austreten der mindestens einen Flüssigkeit **16** in die Kammer **44** (trotz einer Gewichtskraft der mindestens einen Flüssigkeit **16**) unterbindet (siehe [Fig. 2b](#)). Die mindestens eine Flüssigkeit **16** ist somit inkubierbar, wobei das Kapillarsystem **40** als Inkubationskammer/Reaktionskammer nutzbar ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die mittels des Kapillarsystems **40** ausübbarer Kapillarkraft größer als die Gewichtskraft der mindestens einen eingesaugten Flüssigkeit **16** sein kann. Außerdem kann die bewirkbare Kapillarkraft größer als eine Zentrifugalkraft und/oder Druckkraft unter einem vorgegebenen Schwellwert sein. Somit können mittels des Kapillarsystems **40** Inkubationszeiten eingehalten werden, welche wahlweise eine Dauer von wenigen Millisekunden bis Minuten oder Stunden haben können. Erst eine Aktuationskraft F_a , welche größer als die mittels des Kapillarsystems **40** auf die mindestens eine eingesaugte Flüssigkeit **16** bewirkbare Kapillarkraft ist, führt zu einem Austreten der mindestens einen Flüssigkeit **16** aus dem Kapillarsystem **40**, wodurch die mindestens eine Flüssigkeit **16** in die Kammer **44** transferiert wird ([Fig. 2c](#)).

[0046] Das Kapillarsystem **40** ermöglicht somit ein sequenzielles (wahlweises) Schalten eines Flüssigkeitsstroms, welcher von der Einfüllöffnung **42** in die Kammer **44** gerichtet ist. Dabei kann die mindestens eine Flüssigkeit für eine festlegbare/definierte Haltezeit, welche in einem Bereich von wenigen Millisekunden bis Stunden liegen kann, in dem Kapillarsystem **40** zwischengespeichert werden. Der Speichermechanismus des Kapillarsystems ist ohne einen mechanischen Öffnungs- oder Verschlussmechanismus nutzbar. Deshalb ist das Kapillarsystem **40** aufgrund seiner kostengünstigen Herstellbarkeit eine vorteilhafte Alternative zu einem mechanischen Öffnungs- oder Verschlussmechanismus. Des Weiteren kann das Kapillarsystem **40** auch als Druck- und/oder Flussdrossel mit erhöhtem fluidischen Widerstand eingesetzt werden.

[0047] [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zeigen schematische Darstellungen einer dritten Ausführungsform des Revolverbauteils.

[0048] Das in [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) (zumindest teilweise) schematisch wiedergegebene Revolverbauteil **10** wird nach einem Einsaugen der mindestens einen ersten Flüssigkeit **16** in das Kapillarsystem **40** durch die mindestens eine Befüllöffnung **42** mit mindestens einer zweiten Flüssigkeit **46** befüllt. Durch den erhöhten hydrostatischen Druck, welcher mittels der mindestens einen zweiten Flüssigkeit **46** auf die mindestens eine erste Flüssigkeit **16** ausgeübt wird, kann die mindestens eine erste Flüssigkeit **16** aus dem Kapillarsystem **40** verdrängt werden, welches mit der mindestens einen zweiten Flüssigkeit **46** befüllt wird. Wahlweise kann zum Verdrängen der mindestens einen ersten Flüssigkeit **16** aus dem Kapillarsystem **40** eine (vergleichsweise kleine) Zentrifugalkraft/Druckkraft unterstützend eingesetzt werden.

[0049] Bevorzugter Weise wird die mindestens eine zweite Flüssigkeit **46** so gewählt, dass die mittels des Kapillarsystems **40** darauf ausübbarer Kapillarkraft größer als die vergleichsweise kleine Zentrifugalkraft/Druckkraft ist. Somit kann ein Eindringen der mindestens einen zweiten Flüssigkeit **46** in die Kammer **44**, in welche die mindestens eine erste Flüssigkeit **16** eingefüllt ist, verhindert werden.

[0050] [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) zeigen schematische Darstellungen einer vierten Ausführungsform des Revolverbauteils.

[0051] Das in [Fig. 4a](#) bis [Fig. 4c](#) (zumindest teilweise) schematisch dargestellte Revolverbauteil **10** weist zumindest eine Gefäßstruktur **14** auf, welche jeweils mindestens eine erste Kammer **50** mit einer Befüll- und/oder Druckausgleichöffnung **52** und eine zweite Kammer **54** umfasst, wobei die zweite Kammer **54** bis auf eine Flüssigkeitsaustauschöffnung **56**, über welche sie mit der ersten Kammer **50** hydraulisch verbunden ist, luft- und/oder flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist. Die mindestens eine Kapillarstruktur **18** ist in einem als schwammartige Masse ausgebildeten Kapillarsystem **40** ausgeformt, welches in der zweiten Kammer **54** angeordnet ist. [Fig. 4a](#) zeigt das Revolverbauteil **10** unmittelbar nach einem Einfüllen der mindestens einen Flüssigkeit **16**, beispielsweise durch die Füll- und/oder Druckausgleichöffnung **52**. Die mindestens eine Flüssigkeit **16** wird nach ihrem Einfüllen relativ schnell von dem Kapillarsystem **40** aufgesaugt. Dies kann zu einem (nahezu) vollständigen Befüllen der zweiten Kammer **54** führen. Beispielsweise kann auf diese Weise die erste Kammer **50** (nahezu) vollständig entleert werden.

[0052] Bevorzugter Weise ist das Revolverbauteil **10** so (in einem Reaktionsgefäß) einsetzbar, dass die Flüssigkeitsaustauschöffnung **56** während eines Betriebs der Zentrifuge/der Druckvariervorrichtung einen in Richtung der Aktuationskraft F_a ausgerichteten Teilbereich der ersten Kammer **50** mit einem in Richtung der Aktuationskraft F_a ausgerichteten Teil-

bereich der zweiten Kammer **54** verbindet. Der im Weiteren beschriebene Vorteil ist auch gewährleistet, sofern die erste Kammer **50** gegenüber der zweiten Kammer **55** in Richtung der Aktuationskraft F_a ausgerichtet ist. (Unter einer Ausrichtung eines Teilbereichs in Richtung der Aktuationskraft F_a kann verstanden werden, dass der Teilbereich gegenüber einem Restbereich der zugehörigen Kammer **50** oder **54** zu der Spitze eines die Aktuationskraft F_a wiedergebenden Vektors ausgerichtet ist. Bei einer Ausrichtung der ersten Kammer **50** gegenüber der zweiten Kammer **54** in Richtung der Aktuationskraft F_a verläuft der die Aktuationskraft F_a wiedergebende Vektor von der zweiten Kammer **54** zu der ersten Kammer **50**.) Sofern die Flüssigkeitsaustauschöffnung **56** während eines Betriebs der Zentrifuge/der Druckvariervorrichtung einen in Richtung der Aktuationskraft F_a ausgerichteten Teilbereich der ersten Kammer **50** mit einem in Richtung der Aktuationskraft F_a ausgerichteten Teilbereich der zweiten Kammer **54** verbindet, kann das Befüllen des Kapillarsystems **40**, so lange eine Flüssigkeitssäule in der ersten Kammer **50** höher als eine Flüssigkeitssäule in der zweiten Kammer **54** ist, mittels der Aktuationskraft F_a aktiv unterstützt werden. Nach dem Befüllen des Kapillarsystems **40**/der zweiten Kammer **54**, bewirkt jedoch eine anliegende Aktuationskraft F_a kleiner als eine Kapillarkraft F_k keine Störung der Zwischenspeicherung der in dem Kapillarsystem **40** aufgenommenen Flüssigkeit **16**. Wie anhand von [Fig. 4b](#) zu erkennen ist, bewirkt auch eine Aktuationskraft F_a kleiner als der Kapillarkraft F_k des Kapillarsystems **40**, welche mittels eines Betriebs einer Zentrifuge und/oder einer Druckvariervorrichtung auf die in das Kapillarsystem **40** eingesaugte mindestens eine Flüssigkeit **16** ausübbar ist, kein Entleeren des Kapillarsystems **40**. Erst ab einer Aktuationskraft F_a größer als der Kapillarkraft F_k wird die zuvor von dem Kapillarsystem **40** eingesaugte mindestens eine Flüssigkeit **16** herausgeschleudert (siehe [Fig. 4c](#)). Auf diese Weise können mittels der Wechselwirkung der Kräfte F_a und F_k fluidische Einheitsoperationen realisiert werden.

[0053] So lange die Aktuationskraft F_a kleiner als die Kapillarkraft F_k des Kapillarsystems **40** ist, kann das Kapillarsystem **40** als ein in einen geschlossenen Zustand gesteuertes Ventil eingesetzt werden. Mittels eines Einstellens einer Aktuationskraft F_a größer als der Kapillarkraft F_k kann das Ventil in seinen offenen Zustand gesteuert werden. Ein erneutes Reduzieren der Aktuationskraft F_a unter die Kapillarkraft F_k kann zu einem (reversiblen) Steuern/Schalten des Ventils in seinen geschlossenen Zustand führen.

[0054] Es wird darauf hingewiesen, dass der Schwellwert, ab welchem das Ventil von einem geschlossenen Zustand in einen offenen Zustand steuerbar ist, wahlweise vergleichsweise niedrig oder vergleichsweise hoch einstellbar ist. Beispielsweise kann mittels eines schwammartigen Kapillarsys-

tems **40** ein Schwellwert von 20 g eingestellt werden. Durch ein Aufbringen einer Beschichtung/Modifizierung auf den Innenwänden des Kapillarsystems **40** kann dieser Schwellwert bis auf 5000 g gesteigert werden.

[0055] **Fig. 5a** bis **Fig. 5c** zeigen schematische Darstellungen einer fünften Ausführungsform des Revolverbauteils.

[0056] Das in **Fig. 5a** bis **Fig. 5c** (zumindest) teilweise schematisch dargestellte Revolverbauteil **10** weist als Weiterbildung gegenüber der vorhergehenden Ausführungsform eine zusätzliche dritte Kammer **58** auf, welche bis auf eine Flüssigkeitsaustauschöffnung **60**, über welche die dritte Kammer **58** mit der ersten Kammer **50** hydraulisch verbunden ist, luft- und/oder flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist. In der dritten Kammer **58** ist außerdem ein weiteres Kapillarsystem **40**, welches gemäß dem oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ausgebildet sein kann, angeordnet. Als weitere Ergänzung weist das hier beschriebene Revolverbauteil **10** eine Hindernisstruktur **62** auf, welche zwischen der Befüll- und/oder Druckausgleichöffnung **52** und den beiden Flüssigkeitsaustauschöffnungen **56** und **60** angeordnet ist. Die Hindernisstruktur **62** kann beispielsweise als Sieb ausgebildet sein.

[0057] Nach einem Einfüllen mindestens einer Flüssigkeit **16** in die erste Kammer **50** durch die Befüll- und Druckausgleichöffnung **52** (siehe **Fig. 5a**) wird die mindestens eine Flüssigkeit **16** in die beiden Kapillarsysteme **40** eingesaugt. Sofern keine Aktuationskraft F_a auf die mindestens eine Flüssigkeit **16** ausgeübt wird, welche größer als die Kapillarkraft F_k der Kapillarsysteme **40** ist, wird der in **Fig. 5b** schematisch wiedergegebene Ansaugvorgang **64** ununterbrochen ausgeführt und die mindestens eine eingesaugte Flüssigkeit **16** bleibt in den beiden Kapillarsystemen **40** gespeichert. Übersteigt die auf die mindestens eine eingesaugte Flüssigkeit **16** ausgeübte Aktuationskraft F_a jedoch die Kapillarkraft F_k der beiden Kapillarsysteme, so wird die mindestens eine Flüssigkeit **16** aus den Kapillarsystemen **40** in die erste Kammer **50** herausgeschleudert. Der auf diese Weise bewirkte Flüssigkeitsstrom **66** umströmt die Hindernisstruktur **62**. Dies steigert eine Mischeffizienz des anhand der **Fig. 5c** dargestellten Vorgangs. Das anhand der **Fig. 5b** und **Fig. 5c** dargestellte Variieren der Aktuationskraft F_a um die Kapillarkraft F_k kann periodisch wiederholt werden. Auf diese Weise ist ein verlässliches Mischen der mindestens einen Flüssigkeit **16** auf einfache Weise ausführbar.

[0058] Da das mindestens eine Kapillarsystem **40** in einer Kammer **54** und **58** angeordnet ist, bei welcher eine entgegen der Aktuationskraft F_a ausgerichtete/radial außen liegende Kammerwand keine Öffnung aufweist, kann das Kapillarsystem **40** verläss-

lich als Langzeitspeicher der mindestens einen Flüssigkeit **16** genutzt werden. Dies kann beispielsweise bei einem Beladen des Revolverbauteils **10** mit unterschiedlichen Flüssigkeiten genutzt werden. Beispielsweise kann eine Probe in der zweiten Kammer **54** eingesaugt werden, während die restliche Prozessflüssigkeit als eine Abfallflüssigkeit in der dritten Kammer **58** eingelagert wird. Da Prozessflüssigkeiten in der Regel hochbenetzend sind, kann eine Kontamination der Probe verlässlich vermieden werden, indem ein Rückfluss der Abfallflüssigkeit aus der Kammer **58** durch das Ansaugen der Abfallflüssigkeit in das darin angeordnete Kapillarsystem **40** verhindert wird. Das Kapillarsystem **40** der Kammer **58** fungiert deshalb ähnlich eines Saugschwammes oder eines Superabsorbers.

[0059] In einer weiteren Ausführungsform kann das Kapillarsystem **40** elastisch ausgelegt werden. Beispielsweise kann das Kapillarsystem **40** komprimierbar sein. In diesem Fall kann mittels einer Aktuationskraft F_a über einem Schwellwert die mindestens eine angesaugte Flüssigkeit **16** mittels eines Deformierens/Komprimierens des mindestens einen Kapillarsystems **40** nicht nur aus diesem herausgeschleudert werden, sondern auch aktiv ausgepresst werden. Dieser Effekt ist verstärkbar, indem an einem der Richtung der Aktuationskraft F_a entgegenliegenden Ende/radial innen liegenden Ende des Kapillarsystems **40** mindestens eine zusätzliche Masse angebracht wird. Als Alternative oder als Ergänzung dazu kann das Auspressen der von dem mindestens einen Kapillarsystem **40** angesaugten Flüssigkeit **16** auch aktiv durch eine zusätzliche Integration weiterer Aktuatoren oder Aktuationsmechanismen erfolgen, welche beispielsweise magnetisch, elektromagnetisch, elektrostatisch, piezoelektrisch, pneumatisch und/oder hydraulisch ausgelegt sind. Bei einer derartigen Ausstattung des Kapillarsystems **40** mit einer zusätzlichen Masse, einem zusätzlichen Aktuator und/oder einem weiteren Aktuationsmechanismus kann die mindestens eine Flüssigkeit **16** auch bei einer Aktuationskraft F_a kleiner als der Kapillarkraft F_k aus dem mindestens einem Kapillarsystem **40** heraus transferiert werden.

[0060] Durch das periodische Beladen und Ausschleudern und/oder Auspressen des Kapillarsystems **40** und dem daraus resultierenden Flüssigkeitsstrom **66** können mindestens zwei Flüssigkeiten **16** gemischt werden. Durch die mindestens eine Hindernisstruktur **62** kann die Mischeffizienz zusätzlich gesteigert werden. Es wird darauf hingewiesen, dass die mindestens eine Hindernisstruktur **62** sowohl ortsfest im Revolverbauteil **14** als auch beweglich ausgelegt sein kann.

[0061] **Fig. 6** zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des Reagenzgefäß-Einsetzteils.

[0062] Das in [Fig. 6](#) schematisch dargestellte Reagenzgefäß-Einsetzteil **70** weist ein Einsetzteilgehäuse **72** auf, welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteil **70** in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist. Die Einsetzbarkeit des Reagenzgefäß-Einsetzteils **70** in das betreffende Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder eine Druckvariervorrichtung kann so interpretiert werden, dass eine Außenwand **74** des Einsetzteilgehäuses **72** zu einer Innenwand des Reagenzgefäßes korrespondiert. Vorzugsweise kontaktiert die Außenwand **74** des Einsetzteilgehäuses **72** die Innenwand des Reagenzgefäßes derart, dass auch während eines Betriebs der Zentrifuge und/oder der Druckvariervorrichtung ein verlässlicher Halt des Reagenzgefäß-Einsetzteils **70** in dem betreffenden Reagenzgefäß gewährleistet ist. Bezüglich des Reagenzgefäßes, in welches das Reagenzgefäß-Einsetzteil **70** einsetzbar ist, wird auf die oben aufgezählten Ausführungsbeispiele verwiesen. Das mit dem Reagenzgefäß-Einsetzteil **70** zusammenwirkende Reagenzgefäß ist jedoch nicht auf diese limitiert.

[0063] Außerdem umfasst das Reagenzgefäß-Einsetzteil **70** mindestens ein in dem Einsetzteilgehäuse **72** angeordnetes Revolverbauteil **10a**, **10b** und **10c**. Das mindestens eine Revolverbauteil **10a**, **10b** und **10c** kann so ausgelegt sein, dass es um die Drehachse **11** verdrehbar ist. Außerdem kann das mindestens eine Revolverbauteil **10a**, **10b** und **10c** auch entlang der Drehachse **11** (lateral) verstellbar sein. Auf diese Weise kann ein Abstand zwischen benachbarten Revolverbauteilen **10a**, **10b** und **10c** variiert werden. Bezüglich der weiteren Ausführbarkeit des mindestens einen Revolverbauteils **10a**, **10b** und **10c** wird auf die oberen Beschreibungen verwiesen.

[0064] Die laterale Verstellbarkeit des mindestens einen Revolverbauteils **10a**, **10b** und **10c** ist beispielsweise mittels einer Kugelschreibermechanik **76**, welche in [Fig. 6](#) lediglich schematisch dargestellt ist, bewirkbar. (Komponenten der Kugelschreibermechanik können beispielsweise als Bestandteil des ersten Revolverbauteils **10a** und/oder des zweiten Revolverbauteils **10b** ausgebildet sein.) Anstelle der Kugelschreibermechanik **76** kann auch ein deformierbarer Polymer/Elastomer dazu genutzt werden, eine Rückstellkraft bereit zu stellen, welche ein Zurückkehren des mindestens einen Revolverbauteils **10a**, **10b** und **10c** in eine vorgegebene Ausgangsstellung/Ausgangsstellung bewirkt. Ebenso kann ein komprimierbares Material, wie beispielsweise ein Polymer, zu diesem Zweck genutzt werden. Anstelle eines komprimierbaren Materials kann auch ein dehnbares Material eingesetzt werden, welches eine Zugkraft erzeugt, die als Rückstellkraft ein Zurückverstellen des mindestens einen Revolverbauteils **10a**, **10b** und **10c** in eine Ausgangsstellung/Ausgangsposition bewirkt.

[0065] Die in den oberen Absätzen beschriebenen Ausführungsformen können auch verschieden untereinander kombiniert werden.

[0066] Außerdem gelten die in den oberen Absätzen gemachten Ausführungen zu einem Reagenzgefäß-Einsetzteil gemäß der erfindungsgemäßen Technologie auch für ein Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder eine Druckvariervorrichtung, welches entsprechend den erläuterten Reagenzgefäß-Einsetzteilen ausgebildet ist. Das vorteilhafte Reagenzgefäß weist eine Außenwand auf, welche so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß in einer Zentrifuge und/oder in einer Druckvariervorrichtung einsetzbar ist. Insbesondere ist das Reagenzgefäß so ausgebildet, dass ein verlässlicher Halt des Reagenzgefäßes in der betriebenen Zentrifuge und/oder in der betriebenen Druckvariervorrichtung gewährleistet ist. Unter einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder eine Druckvariervorrichtung kann somit ein Reagenzgefäß verstanden werden, welches sich aufgrund seiner (äußeren) Form gut für einen Betrieb der Zentrifuge mit einer vergleichsweise großen Drehzahl und/oder für ein Anlegen eines stark von dem Atmosphärendruck abweichenden Über- und/oder Unterdrucks mittels der Druckvariervorrichtung eignet. Das vorteilhafte Reagenzgefäß kann Gefäßstrukturen, wie beispielsweise Kanäle, Reaktionskammern, Speicherkammern und/oder aktive Komponenten, wie z.B. Ventile und/oder Pumpen aufweisen. Außerdem kann das Reagenzgefäß Aktuations-, Detektions- und Steuereinheiten umfassen. In dem Reagenzgefäß können somit chemische Reaktionen und/oder biochemische/molekularbiologische Prozesse voll automatisiert ablaufen.

[0067] [Fig. 7](#) zeigt ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Zentrifugieren eines Materials.

[0068] In einem Verfahrensschritt S1 wird das zu zentrifugierende Material in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Revolverbauteil eingefüllt. Das Revolverbauteil, welches auch nach dem Einfüllen des Materials in das Reagenzgefäß eingebracht werden kann, ist mit der vorteilhaften Technologie ausgestattet. Insbesondere die oben beschriebenen Revolverbauteile können zum Ausführen des Verfahrens verwendet werden. Die Ausführbarkeit des hier beschriebenen Verfahrens ist jedoch nicht auf das Einsetzen dieser Revolverbauteile limitiert.

[0069] In einem Verfahrensschritt S2 wird eine Zentrifuge mit einer aktuellen Drehgeschwindigkeit entsprechend einer ersten Soll-Drehgeschwindigkeit betrieben, welche eine erste Zentrifugalkraft auf das zu zentrifugierende Material und/oder eine andere in das Reagenzgefäß eingefüllte Flüssigkeit bewirkt, welche größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur ist. Dadurch werden das zu zentrifugie-

rende Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest teilweise aus der mindestens einen Kapillarstruktur heraus transferiert.

[0070] Bevorzugter Weise umfasst das Verfahren auch noch die Verfahrensschritte S2 und S3, welche jeweils mindestens einmal ausgeführt werden. In dem Verfahrensschritt S2 erfolgt ein zwischenzeitliches Reduzieren der aktuellen Drehgeschwindigkeit auf eine zweite Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine zweite Zentrifugalkraft kleiner als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, wodurch das zu zentrifugierende Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugt werden. In dem anschließenden Verfahrensschritt S3 wird die aktuelle Drehgeschwindigkeit auf eine dritte Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine dritte Zentrifugalkraft größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, erhöht.

[0071] Insbesondere ein wiederholten Ausführen der Verfahrensschritte S2 und S3 kann zum Mischen mehrerer Flüssigkeiten und/oder zum Pumpen von Flüssigkeit entgegen der Zentrifugalkraft genutzt werden.

[0072] [Fig. 8](#) zeigt ein Flussdiagramm zum Erläutern einer Ausführungsform des Verfahrens zum Druckbehandeln eines Materials.

[0073] Das mittels eines Unter- oder eines Überdrucks zu behandelnde Material, beispielsweise ein Probenmaterial, wird in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Revolverbauteil eingefüllt (Verfahrensschritt S10). Beispielsweise können die oben beschriebenen Revolverbauteile zum Ausführen des Verfahrens verwendet werden. Die Ausführbarkeit des hier beschriebenen Verfahrens ist jedoch nicht auf das Einsetzen dieser Revolverbauteile limitiert.

[0074] In einem Verfahrensschritt S11 wird ein Unter- oder Überdruck entsprechend einem ersten Soll-Druck angelegt, welcher eine erste Druckkraft auf das Material und/oder eine andere in das Reagenzgefäß eingefüllte Flüssigkeit bewirkt, die größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur ist. Auf diese Weise werden das Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest teilweise aus der mindestens einen Kapillarstruktur heraus transferiert.

[0075] In einer vorteilhaften Weiterbildung weist das Verfahren auch die Verfahrensschritte S12 und S13 auf, welche beliebig oft wiederholbar sind. In dem Verfahrensschritt S12 erfolgt ein Angleichen des Unter- oder Überdrucks in Richtung des Atmosphärendrucks auf einen zweiten Soll-Druck, welcher eine zweite Druckkraft kleiner als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, weshalb das Material und/oder die andere Flüssigkeit zumindest

teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur eingesaugt werden. Anschließend kann in dem Verfahrensschritt S13 der Unter- oder Überdruck weg von dem Atmosphärendruck auf einen dritten Soll-Druck, welcher eine dritte Druckkraft größer als die Kapillarkraft der mindestens einen Kapillarstruktur bewirkt, verstärkt werden. Danach können die Verfahrensschritte S12 und S13 mindestens einmal wiederholt werden.

[0076] Mittels der oben beschriebenen Verfahren ist eine vollständige mechanische und/oder fluidische Funktionalität ausbildbar, welche zur Automatisierung komplexer chemischer Verfahren und/oder biochemischer/molekularbiologischer Prozesse nutzbar ist. Die Automatisierung kann auch zur Detektion von Stoffen eingesetzt werden. Zusätzlich zu einem Zwischenspeichern/Speichern und einem Transport von Flüssigkeiten können mittels der Verfahren auch Ventilfunktionen und/oder Mischvorgänge ausgeführt werden. Es wird auch darauf hingewiesen, dass die Verfahren auch dazu genutzt werden können, mindestens eine Flüssigkeit ohne ein mechanisches Element und/oder ein bewegliches Teil entgegen einer Aktuationskraft F_a , wie beispielsweise einer Zentrifugalkraft und/oder einer Druckkraft, zu transportieren.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010003223 A1 [[0002](#)]
- DE 2010003223 A1 [[0030](#)]

Patentansprüche

1. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) für ein Reagenzgefäß,

wobei an dem Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) mindestens eine Gefäßstruktur (**14**) ausgebildet ist, in welche mindestens eine Flüssigkeit (**16**) einfüllbar oder eingefüllt ist;

gekennzeichnet durch

mindestens eine an und/oder in der mindestens einen Gefäßstruktur (**14**) angeordnete Kapillarstruktur (**18, 40**), mittels welcher eine Kapillarkraft (Fk) auf die mindestens eine Flüssigkeit (**16**) ausübbar ist, wodurch die mindestens eine Flüssigkeit (**16**) zumindest teilweise in ein Innenvolumen (**20**) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) einsaugbar ist.

2. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) einen mittleren Durchmesser in einem Bereich zwischen 0,1µm bis 1mm aufweist.

3. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) aus Glas, Silica, einem Polymer, einem Gewebestoff und/oder einem Gel gebildet ist.

4. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) an ihrer mindestens einen Innenwand (**22**) mit Proteinen, Antigenen, Antikörpern, Enzymen, DNA-Teilsträngen, RNA-Teilsträngen und/oder Epoxidharz beschichtet ist.

5. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mittels der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) ausübbar Kapillarkraft (Fk) größer als eine Gewichtskraft der mindestens einen in die mindestens eine Gefäßstruktur (**14**) einfüllbaren oder eingefüllten Flüssigkeit (**16**) ist.

6. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) eine Revolveraußenwand (**12**) aufweist, welche so ausgebildet ist, dass das Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist.

7. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) in einem Einsetzteilgehäuse (**72**) eines Reagenzgefäß-Einsetzteils (**70**) einsetzbar ist, welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteil (**70**) in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist.

8. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach Anspruch 6 oder 7, wobei die mindestens eine zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) eingesaugte Flüssigkeit (**16**) mittels einer bei einem Betrieb der Zentrifuge, in deren Rotoreinrichtung das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) angeordnet ist, bewirkbaren Zentrifugalkraft und/oder mittels einer bei einem Betrieb der Druckvariervorrichtung, in welcher das Reagenzgefäß mit dem darin eingesetzten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) angeordnet ist, bewirkbaren Druckkraft aus der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) heraus transferierbar ist.

9. Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Gefäßstruktur (**14**) jeweils mindestens eine erste Kammer (**50**) mit einer Befüll- und/oder Druckausgleichöffnung (**52**) und eine zweite Kammer (**54**), welche bis auf eine Flüssigkeitsaustauschöffnung (**56**) zu der ersten Kammer (**50**) luft- und/oder flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist, umfasst, und wobei die mindestens eine Kapillarstruktur (**40**) in einem als schwammartige Masse ausgebildeten Kapillarsystem (**40**) ausgeformt ist, welches in der zweiten Kammer (**54**) angeordnet ist.

10. Reagenzgefäß-Einsetzteil (**70**) mit: einem Einsetzteilgehäuse (**72**), welches so ausgebildet ist, dass das Reagenzgefäß-Einsetzteil (**70**) in einem Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung einsetzbar ist; und mindestens einem in dem Einsetzteilgehäuse (**72**) angeordneten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

11. Reagenzgefäß für eine Zentrifuge und/oder für eine Druckvariervorrichtung mit: mindestens einem in dem Reagenzgefäß angeordneten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

12. Verfahren zum Zentrifugieren eines Materials mit den Schritten:

Einfüllen des zu zentrifugierenden Materials in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Reagenzgefäß-Einsetzteil (**70**) nach Anspruch 10 und/oder in ein Reagenzgefäß nach Anspruch 11 (S1); und

Zumindest Betreiben einer Zentrifuge mit einer aktuellen Drehgeschwindigkeit entsprechend einer ersten Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine erste Zentrifugalkraft auf das zu zentrifugierende Material und/oder eine andere in das Reagenzgefäß eingefüllte Flüssigkeit (**16**) bewirkt, welche größer als die Kapillarkraft (Fk) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) ist, wodurch das zu zentrifugierende Material und/oder die andere Flüssigkeit (**16**) zumindest teilweise aus

der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) heraus transferiert wird (S2).

13. Verfahren nach Anspruch 12, mit den zusätzlichen Schritten:

Zumindest einmaliges zwischenzeitliches Reduzieren der aktuellen Drehgeschwindigkeit auf eine zweite Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine zweite Zentrifugalkraft kleiner als die Kapillarkraft (F_k) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) bewirkt, wodurch das zu zentrifugierende Material und/oder die andere Flüssigkeit (**16**) zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) eingesaugt werden (S3), und Erhöhen der aktuellen Drehgeschwindigkeit auf eine dritte Soll-Drehgeschwindigkeit, welche eine dritte Zentrifugalkraft größer als die Kapillarkraft (F_k) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) bewirkt (S4).

14. Verfahren zum Druckbehandeln eines Materials mit den Schritten:

Einfüllen des zu behandelnden Materials in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Revolverbauteil (**10, 10a, 10b, 10c**) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, in ein Reagenzgefäß mit einem darin eingesetzten Reagenzgefäß-Einsetzteil (**70**) nach Anspruch 10 und/oder in ein Reagenzgefäß nach Anspruch 11 (S10); und

Zumindest einmaliges Anlegen eines Unter- oder Überdrucks entsprechend einem ersten Soll-Druck, welcher eine erste Druckkraft auf das Material und/oder eine andere in das Reagenzgefäß eingefüllte Flüssigkeit (**16**) bewirkt, welche größer als die Kapillarkraft (F_k) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) ist, wodurch das Material und/oder die andere Flüssigkeit (**16**) zumindest teilweise aus der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) heraus transferiert wird (S11).

15. Verfahren nach Anspruch 14, mit den zusätzlichen Schritten:

Zumindest einmaliges Angleichen des Unter- oder Überdrucks in Richtung des Atmosphärendrucks auf einen zweiten Soll-Druck, welcher eine zweite Druckkraft kleiner als die Kapillarkraft (F_k) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) bewirkt, wodurch das Material und/oder die andere Flüssigkeit (**16**) zumindest teilweise in die mindestens eine Kapillarstruktur (**18, 40**) eingesaugt werden (S12), und Verstärken des Unter- oder Überdrucks weg von dem Atmosphärendruck auf einen dritten Soll-Druck, welcher eine dritte Druckkraft größer als die Kapillarkraft (F_k) der mindestens einen Kapillarstruktur (**18, 40**) bewirkt (S13).

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

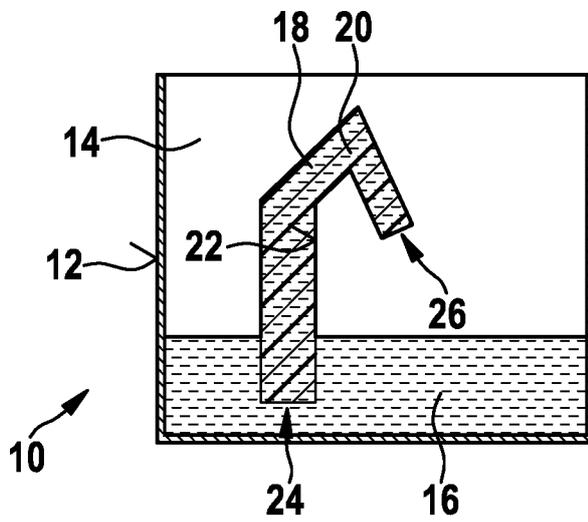


Fig. 1a

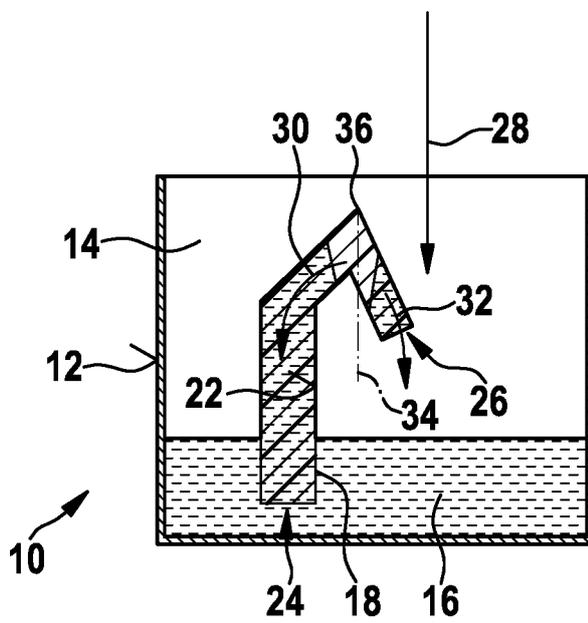


Fig. 1b

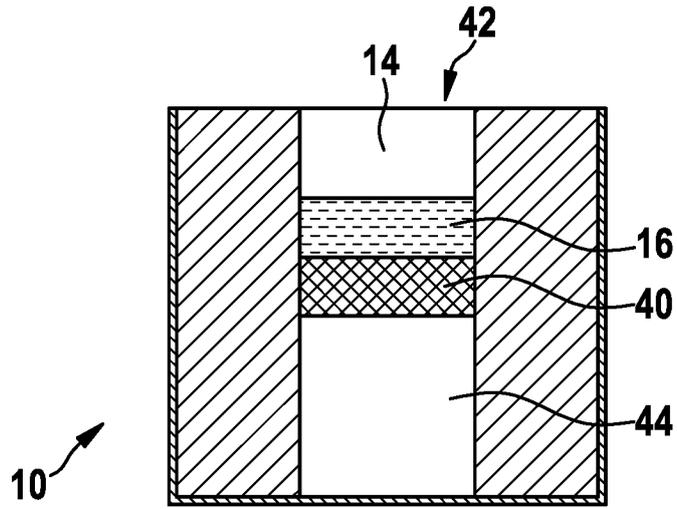


Fig. 2a

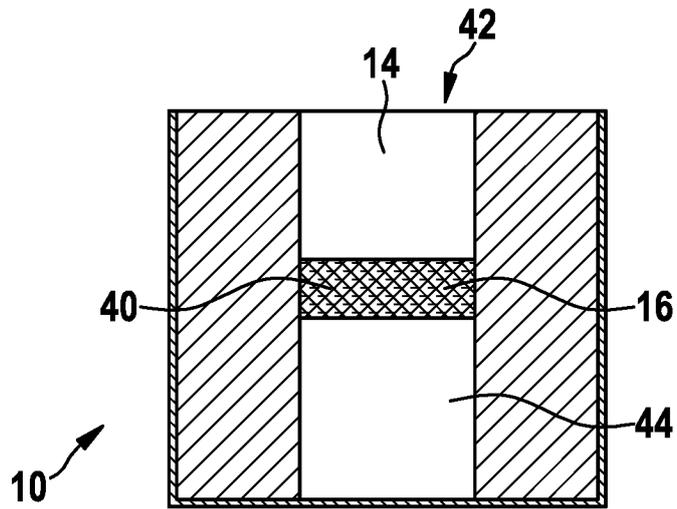


Fig. 2b

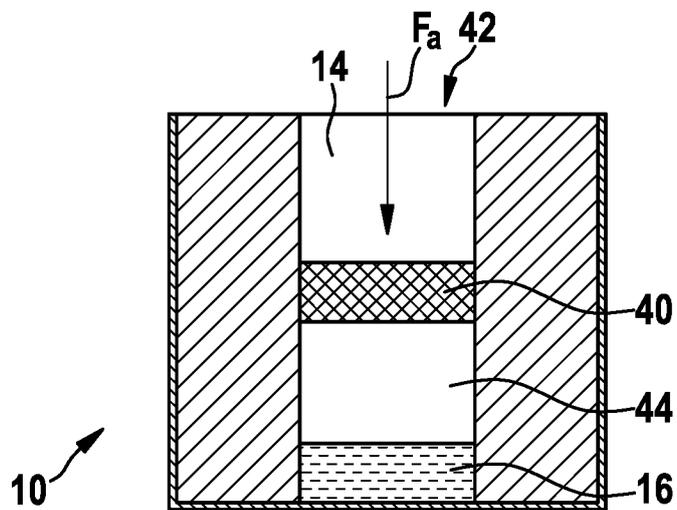


Fig. 2c

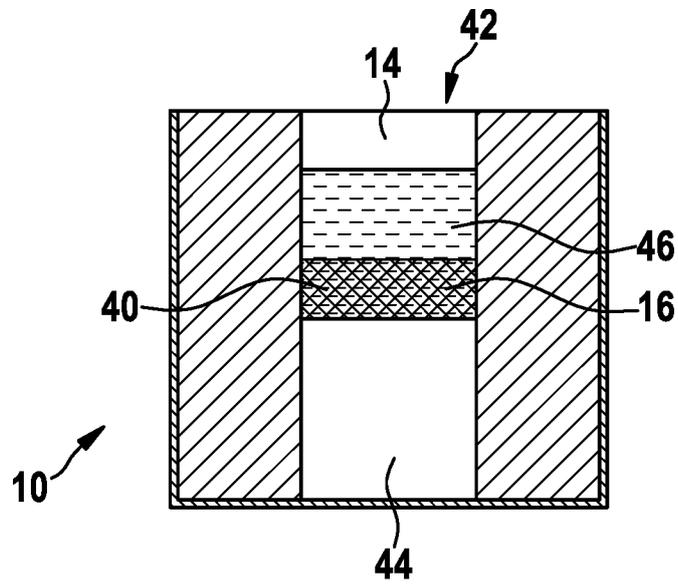


Fig. 3a

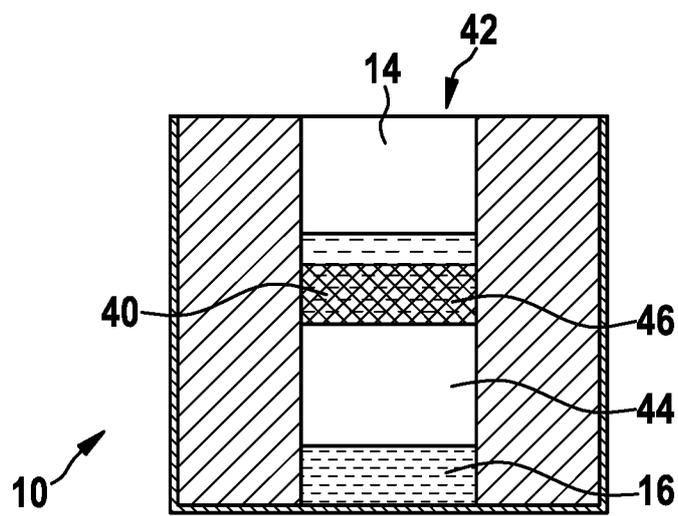


Fig. 3b

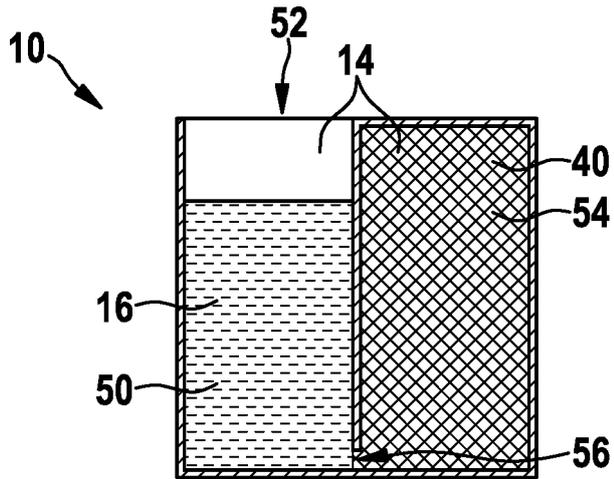


Fig. 4a

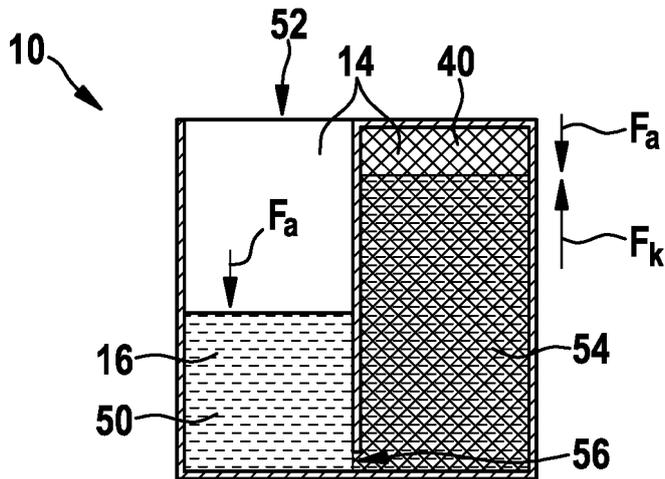


Fig. 4b

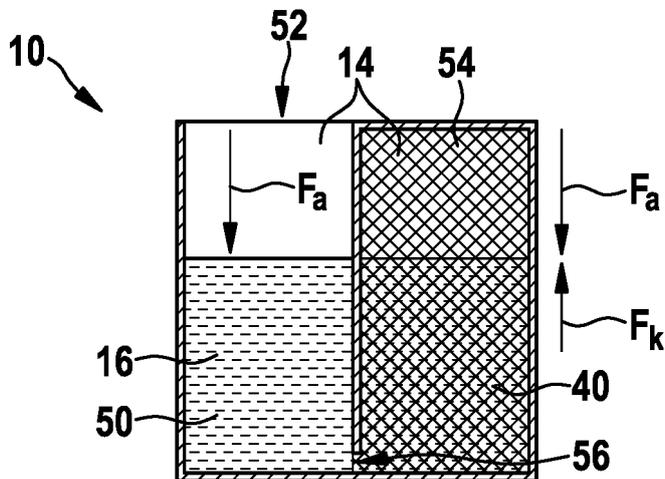


Fig. 4c

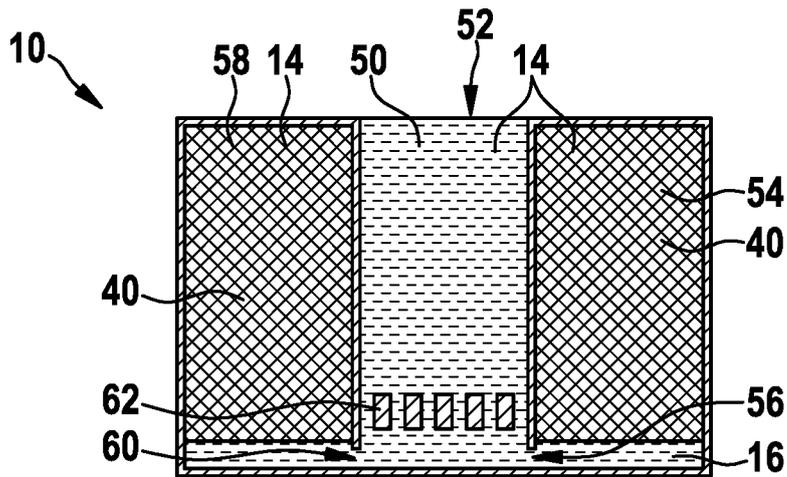


Fig. 5a

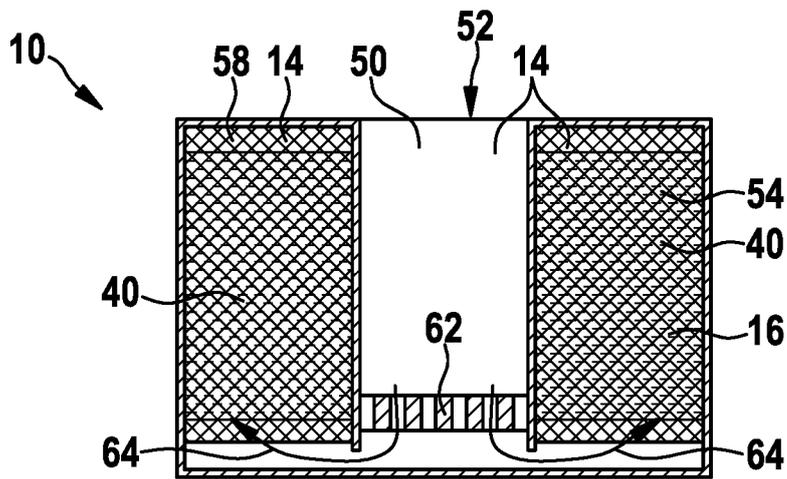


Fig. 5b

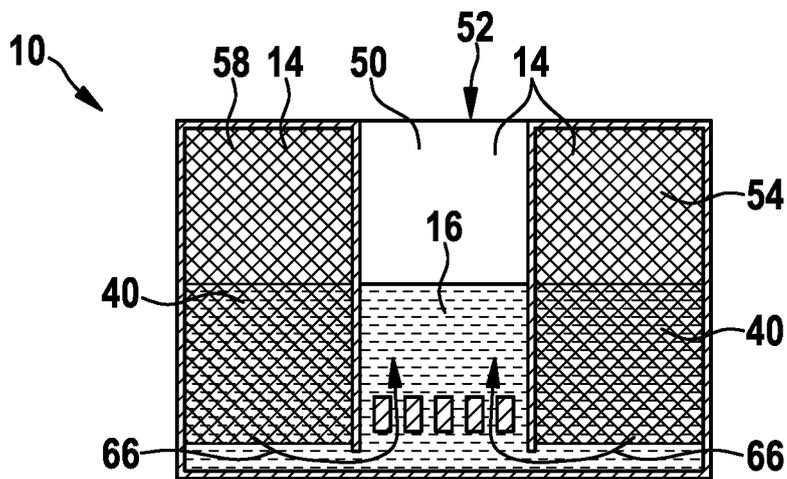


Fig. 5c

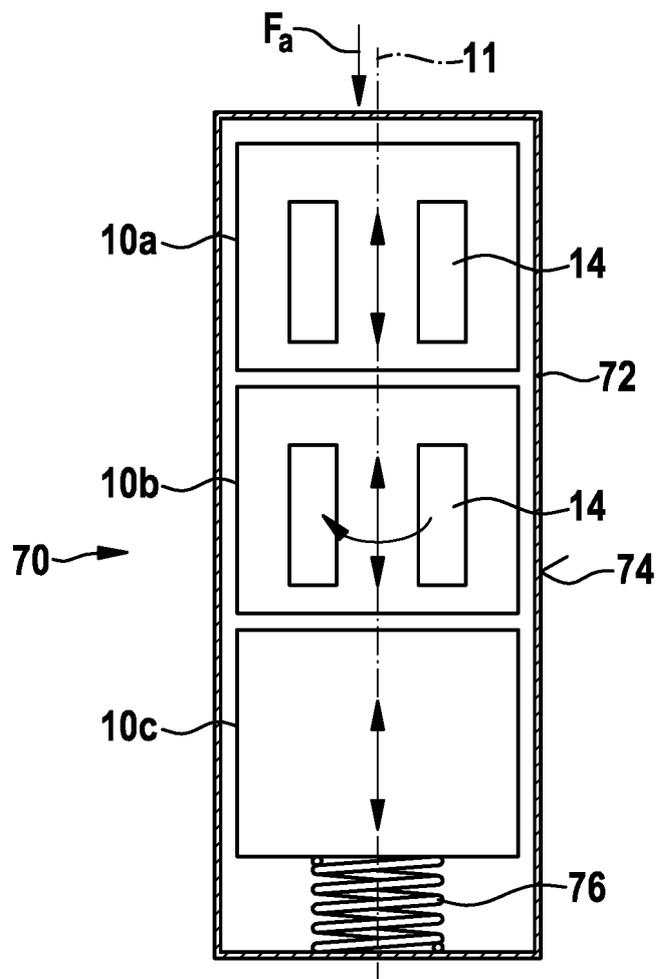


Fig. 6

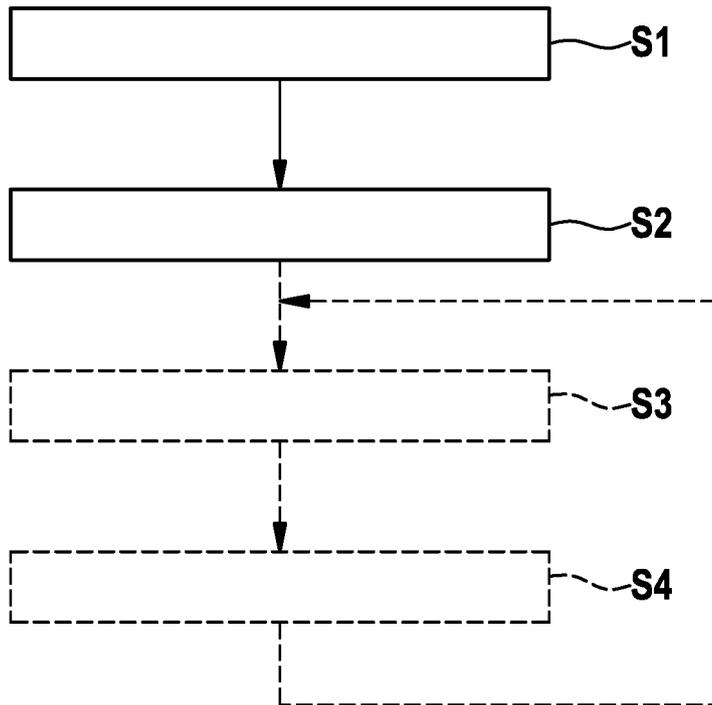


Fig. 7

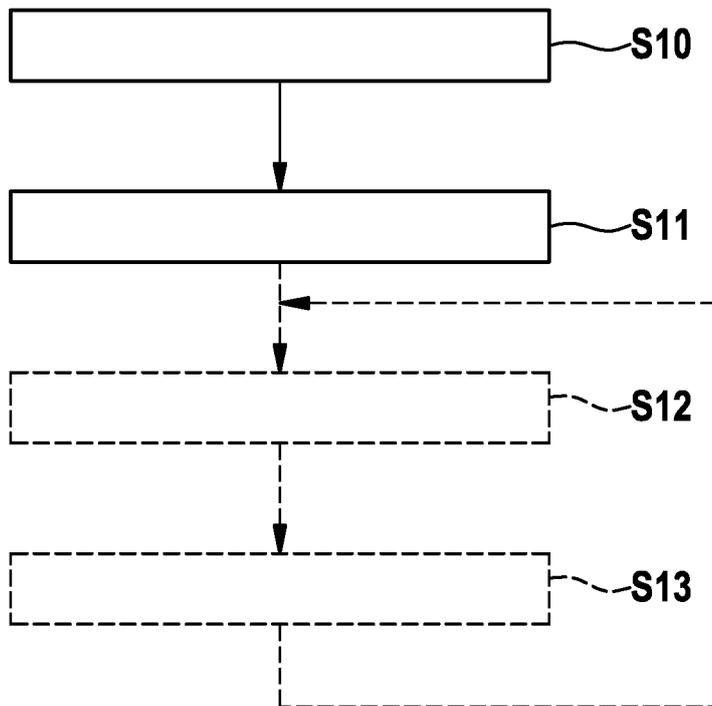


Fig. 8