



(10) **DE 11 2012 004 548 T5** 2014.09.11

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/066560**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 004 548.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/058841**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.10.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.05.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.09.2014**

(51) Int Cl.: **B01J 19/00 (2006.01)**
B01L 3/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
US-13/285,855 **31.10.2011** **US**

(71) Anmelder:
General Electric Company, Schenectady, N.Y., US

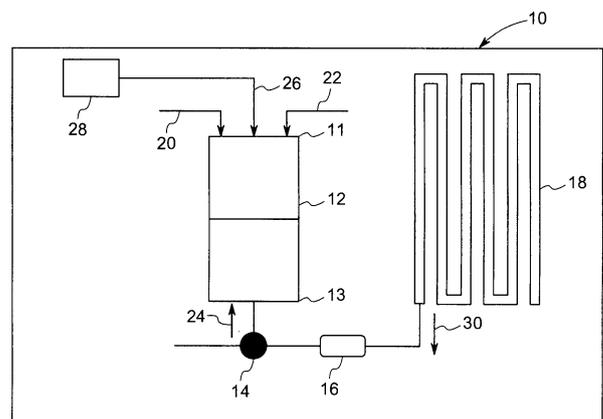
(74) Vertreter:
**Rüger, Barthelt & Abel Patentanwälte, 73728
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:
**Baller, Marko Klaus, Niskayuna, N.Y., US; Samper,
Victor Donald, 85399 Hallbergmoos, DE; Horvath-
Klein, Ruben Julian, Niskayuna, N.Y., US; Rensch,
Christian Friedrich Peter, Niskayuna, N.Y., US;
Boeld, Christoph, Niskayuna, N.Y., US; Franci,
Xavier Yvon Andre, Niskayuna, N.Y., US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mikrofluidchip und zugehöriges Verfahren**

(57) Zusammenfassung: Ein Mikrofluidchip weist eine Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen für die Lieferung einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln auf, wobei jede Reaktionsmittelquelle ein entsprechendes Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln liefert. Eine Makrokammer nimmt eines oder mehrere Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen auf. Ein Mikrofluidreaktor ist mit der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen verbunden und ist so gestaltet, dass er zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen aufnimmt und die zwei oder mehr Reaktionsmittel miteinander reagieren lässt, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen.



Beschreibung

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0001] Mikrofluidvorrichtungen und -verfahren sind von großer und wachsender Bedeutung für die biomedizinische und pharmazeutische Forschung. Mikrofluidtechnik wird angewendet, um feine Chemikalien und Pharmazeutika sequenziell zu synthetisieren oder chargenweise zu synthetisieren. Durchflussmikroreaktoren werden unter anderem dazu verwendet, um einzelne chemische Prozesse im Nanoliter- bis Mikrolitermaßstab zu manipulieren, mit dem Vorteil eines besseren Wärmeübertragungsverhaltens, kürzerer Diffusionszeiten und schnellerer Reaktionskinetik und verbesserter Produktselektivität.

[0002] Synthesemodule im großen Maßstab wurden entwickelt und werden für die Herstellung einer Reihe von radiopharmazeutischen Verbindungen verwendet. Jedoch nehmen solche Module und Reaktoren viel Raum ein, verbrauchen häufig größere Mengen an Reaktionsmitteln als gewünscht, und der chemische Prozess benötigt längere Reaktionszyklen als gewünscht, um die markierten Verbindungen herzustellen.

KURZBESCHREIBUNG

[0003] Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Mikrofluidchip offenbart. Der Chip weist eine Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen für die Lieferung einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln auf, wobei jede Reaktionsmittelquelle ein entsprechendes Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln liefert. Der Chip weist auch eine Makrokammer auf, um eines oder mehrere Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen aufzunehmen. Der Chip weist ferner einen Mikrofluidreaktor auf, der mit der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen verbunden ist und so gestaltet ist, dass er zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen aufnimmt und die zwei oder mehr Reaktionsmittel miteinander reagieren lässt, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen.

[0004] Gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein zugehöriges Verfahren offenbart. Das Verfahren beinhaltet das Liefern von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus einer Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen in eine Makrokammer. Das Verfahren beinhaltet auch das Liefern von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen zu einem Mikrofluidreaktor. Das Verfahren

beinhaltet ferner das Umsetzen von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln im Mikrofluidreaktor, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen; wobei die Makrokammer und der Mikrofluidreaktor in einem Mikrofluidchip angeordnet sind.

ZEICHNUNGEN

[0005] Diese und andere Merkmale und Aspekte von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden besser verständlich werden, wenn die folgende ausführliche Beschreibung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen gelesen wird, wobei gleiche Zeichen Teile bezeichnen, die in allen Zeichnungen gleich sind, und wobei:

[0006] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Mikrofluidchips ist, der eine Makrokammer, eine Mischvorrichtung, eine Fluidkammer und einen Mikrofluidreaktor gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist;

[0007] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Mikrofluidchips ist, der eine Makrokammer, eine Mischvorrichtung, eine Fluidkammer und einen Mikrofluidreaktor gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist;

[0008] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Mikrofluidchips ist, der eine Makrokammer, eine Mischvorrichtung, eine Fluidkammer und einen Mikrofluidreaktor gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufweist;

[0009] Fig. 4 eine detaillierte schematische Darstellung eines Mikrofluidchips gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

[0010] Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Mikrofluidchips gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist, der einen Sensor zum Erfassen des Vorhandenseins von Flüssigkeit oder Gas aufweist; und

[0011] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Abschnitts eines Kanals in einem Mikrofluidchip ist, der eine optische Sensortechnik gemäß einem Ausführungsbeispiel von Fig. 5 verwendet.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0012] Wie nachstehend ausführlich offenbart wird, offenbaren Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung einen Mikrofluidchip. Der Mikrofluidchip weist eine Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen, eine Makrokammer und einen Mikrofluidreaktor auf. Die Makrokammer nimmt eines oder mehrere Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen auf. Der Mikrofluid-

fluidreaktor ist mit der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen verbunden und ist so gestaltet, dass er zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen aufnimmt, die zwei oder mehr Reaktionsmittel miteinander reagieren lässt, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen, und den Reaktionsinhalt zur Makrokammer liefert. In manchen Ausführungsformen kann der Mikrofluidchip eine Mehrzahl von Elementen aufweisen, wobei jedes Element eine Makrokammer, eine Mischvorrichtung und den Mikrofluidreaktor aufweist. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Betätigen des Mikrofluidchips offenbart.

[0013] Mit Bezug auf Fig. 1 wird ein Mikrofluidchip **10** gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung offenbart. In der dargestellten Ausführungsform weist der Mikrofluidchip **10** eine Makrokammer **12**, eine Mischvorrichtung **14**, eine Fluidkammer **16** und einen Mikrofluidreaktor bzw. Reaktor **18** auf. Die Makrokammer **12** wird verwendet, um eines oder mehrere Reaktionsmittel vorübergehend zu speichern, oder um mit Vorteil Operationen in einer Größendomäne durchzuführen, wo Schwerkraft, Masse und andere Makroeffekte Phänomene dominieren, die im Mikromaßstab überwiegen, wie beispielsweise Viskosität und Oberflächenspannung, z. B. Bläschenextraktion in einen Kopfraum, Sieden, Flüssigphasenextraktion, Sedimentation oder dergleichen. In einer Ausführungsform beinhaltet die Makrokammer **12** eine azeotrope Kammer. In anderen Ausführungsformen kommen andere Arten von Makrokammern in Betracht. Die Mischvorrichtung **14** ist mit der Makrokammer **12** verbunden und so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel vermischt und eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln erzeugt. Die Fluidkammer **16** wird verwendet, um ein Markerfluid zu speichern. In einer bestimmten Ausführungsform ist das Markerfluid ein Gaspfropfen. In einer anderen Ausführungsform ist das Markerfluid eine fluoreszierende Flüssigkeit mit Eigenschaften, die im Vergleich zum Gaspfropfen anders sind. In der dargestellten Ausführungsform ist der Mikrofluidreaktor **18** über die Mischvorrichtung **14** und die Fluidkammer **16** mit der Makrokammer **12** verbunden. Der Mikrofluidreaktor **18** ist so gestaltet, dass er die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Makrokammer **12** empfängt und einen Reaktionsinhalt erzeugt. Die Reaktionsmittel können flüssige Reaktionsmittel, gasförmige Reaktionsmittel oder Kombinationen davon beinhalten. In bestimmten Ausführungsformen kann die Makrokammer **12** in den Mikrofluidreaktor **18** integriert sein.

[0014] In einer Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **14** so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel aus einer Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen empfängt und die zwei oder mehr Re-

aktionsmittel vermischt, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln zu erzeugen. Man beachte, dass dabei alle Arten von Mischvorrichtungen verwendet werden können. In einer bestimmten Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **14** in die Makrokammer **12** geliefert. In einer spezielleren Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **18** geliefert.

[0015] In einer anderen Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **14** so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel aus der Makrokammer **12** empfängt, die zwei oder mehr Reaktionsmittel mischt, um die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln zu erzeugen, und dann die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in die Makrokammer **12** liefert. In einer bestimmten Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **18** geliefert.

[0016] In einer Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **14** in die Makrokammer **12** integriert und so gestaltet, dass sie die zwei oder mehr Reaktionsmittel in der Makrokammer **12** mischt. In einer anderen Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **14** eine Gasbeschickungsquelle, die so gestaltet ist, dass sie Gasbläschen zur Makrokammer **12** liefert, um ein Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel, die in der Makrokammer **12** gespeichert sind, zu ermöglichen. In einer bestimmten Ausführungsform kann in der Mischvorrichtung **14** ein Rühren mit Ultraschall durchgeführt werden, um die zwei oder mehr Reaktionsmittel zu mischen. In einer anderen Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **18** integriert und so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel im Mikrofluidreaktor **18** mischt.

[0017] In der dargestellten Ausführungsform wird der Mikrofluidreaktor **18** während des Betriebs des Mikrofluidchips **10** auf einer ersten Temperatur gehalten, und die Makrokammer **12** wird auf einer zweiten Temperatur gehalten, die wesentlich niedriger ist als die erste Temperatur. In einer anderen Ausführungsform kann der Mikrofluidreaktor **18** auf einer niedrigeren Temperatur gehalten werden als die Makrokammer **12** oder so angetrieben werden, dass seine Temperatur allmählich steigt oder sinkt. In einer bestimmten Ausführungsform können der Mikrofluidreaktor **18** und die Makrokammer **12** auf der gleichen Temperatur (einer vorgegebenen Temperatur) gehalten werden. In einer Ausführungsform wird der Reaktionsinhalt aus dem Mikrofluidreaktor **18** zur Makrokammer **12** geliefert. In einer anderen Ausführungsform wird der Reaktionsinhalt vorübergehend im Mikrofluidreaktor **18** gespeichert und nicht zur Makrokammer **12** geliefert. Der Mikrofluidreaktor **18** weist eine Mäandergestalt auf mit einem hohen Verhältnis von Ober-

fläche zu Volumen. In manchen Ausführungsformen weist der Mikrofluidreaktor **18** eine relativ große Wärmespeichermasse auf, damit gespeicherte Wärme zum Erwärmen des Inhalts im Mikrofluidreaktor **18** verwendet werden kann. In anderen Ausführungsformen weist der Reaktor **18** dünne Wände auf, um eine gute Wärmeübertragung zu oder von einer Wärmequelle oder -senke zu ermöglichen. Eine gute Wärmeleitfähigkeit des Substratmaterials ist sowohl für die Gestaltung mit der großen Wärmespeichermasse als auch für die dünnwandige Gestaltung des Reaktors **18** bevorzugt. In bestimmten Ausführungsformen kann der Reaktor **18** optional transparent sein und kann für eine induktive Erwärmung, eine elektromagnetische oder optisch-resistive Erwärmung verwendet werden.

[0018] Mit Bezug auf **Fig. 2** werden der Mikrofluidchip **10** und ein zugehöriges Verfahren zu dessen Betrieb gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung offenbart. Wie bereits erörtert worden ist, weist der Mikrofluidchip **10** die Makrokammer **12**, die Mischvorrichtung **14**, die Fluidkammer **16** und den Mikrofluidreaktor **18** auf. In der dargestellten Ausführungsform werden zwei Reaktionsmittel **20**, **22** in die Makrokammer **12** geliefert. In anderen Ausführungsformen kommen mehr als zwei Reaktionsmittel in Betracht. In einer Ausführungsform werden die zwei Reaktionsmittel **20**, **22** gleichzeitig in die Makrokammer **12** geliefert. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei Reaktionsmittel **20**, **22** nacheinander in die Makrokammer **12** geliefert. Die beiden Reaktionsmittel **20**, **22** werden dann aus der Makrokammer **12** in die Mischvorrichtung **14** geliefert. Die beiden Reaktionsmittel **20**, **22** werden in der Mischvorrichtung **14** gemischt, um eine Reaktionsmischung **24** zu erzeugen. Die Reaktionsmischung **24** wird dann aus der Mischvorrichtung **14** in die Makrokammer **12** geliefert. In einer Ausführungsform kann die Mischvorrichtung **14** in der Makrokammer **12** angeordnet sein, um ein Mischen der Reaktionsmittel in der Makrokammer **12** zu ermöglichen. In einer anderen Ausführungsform wird die Reaktionsmischung **24** aus der Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **18** geliefert. Die Mischvorrichtung **14** kann eine Gasbläschenquelle, einen magnetischen Rührstab, eine Aufteilungs- und Wiedervereinigungsstruktur, eine Struktur oder einen Prozess zur Maximierung des Grenzflächeninhalts oder dergleichen beinhalten. In einer Ausführungsform kann die Mischvorrichtung **14** im Mikrofluidreaktor **18** angeordnet sein, um ein Mischen der Reaktionsmittel im Reaktor **18** zu ermöglichen.

[0019] Nachdem die Reaktionsmischung **24** in der Makrokammer **12** erzeugt worden ist oder aus anderen Gründen in der Makrokammer **12** vorhanden ist, wird in der dargestellten Ausführungsform ein Verdrängungsfluid **26** aus einer Fluidquelle **28** zur Makrokammer **12** geliefert, um die Reaktionsmittel-

mischung **24** über die Fluidkammer **16** aus der Makrokammer **12** in den Mikrofluidreaktor **18** zu drängen (positive oder negative Volumenverdrängung). Das Verdrängungsfluid **26** kann eine Flüssigkeit oder ein Gas sein. Die Reaktionsmischung **24** wird als „Propf“ transportiert, der zwischen dem Markerfluid aus der Fluidkammer **16** und dem zugeführten Verdrängungsfluid **26** angeordnet ist. In einer anderen Ausführungsform wird kein Pfropf zwischen dem Markerfluid und dem Verdrängungsfluid **26** transportiert, sondern es kann unter Druck gepumpt werden, um die Reaktionsmischung **24** aus der Makrokammer **12** in den Mikrofluidreaktor **18** zu überführen. In einer anderen Ausführungsform kann ein positiver oder negativer Druck an einem Zugangsende **11** der Makrokammer **11** angelegt werden, um Inhalt aus der Kammer **11** zu verdrängen. In einer noch anderen Ausführungsform kann ein positiver oder negativer Druck an einem Ausgangsende **13** der Makrokammer **11** angelegt werden, um Inhalt aus der Kammer **11** zu verdrängen. In anderen Ausführungsformen können Kombinationen aus positiven und negativen Drücken gleichzeitig am Zugangsende **11** und am Ausgangsende **13** angelegt werden, um den Strom zu steuern. Die Reaktionsmischung **24** wird dann im Mikrofluidreaktor **18** umgesetzt, um einen Reaktionsinhalt **30** zu erzeugen. Der Reaktionsinhalt **30** kann dann aus dem Mikrofluidreaktor **18** in die Makrokammer **12** überführt werden. Mehr Reaktionsmittel können in die Makrokammer **12** geliefert werden, mit dem Reaktionsinhalt vermischt werden und dann in den Mikrofluidreaktor **18** gedrängt werden wie oben beschrieben. Der Prozess kann so oft wiederholt werden wie nötig. In manchen Ausführungsformen kann es sein, dass der Reaktionsinhalt **30** nicht in die Makrokammer **12** zurück geliefert wird, um etwaige wasserempfindliche Reaktionen des Reaktionsinhalts **30** wegen eines vorangehenden Schrittes, in dem Wasser verwendet wird, zu vermeiden. Stattdessen kann der Inhalt **30** auf einen anderen Chip **10** weitergeleitet werden, der auf dem Substrat derselben Vorrichtung integriert ist oder mit dem Substrat einer anderen Vorrichtung verbunden ist.

[0020] Mit Bezug auf **Fig. 3** werden der Mikrofluidchip **10** und ein zugehöriges Verfahren gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung offenbart. Wie bereits erörtert worden ist, weist der Mikrofluidchip **10** die Makrokammer **12**, die Mischvorrichtung **14**, die Fluidkammer **16** und den Mikrofluidreaktor **18** auf. In einer anderen Ausführungsform werden die zwei Reaktionsmittel **20**, **22** nacheinander oder gleichzeitig zur Mischvorrichtung **14** geliefert. In anderen Ausführungsformen kommen mehr als zwei Reaktionsmittel in Betracht. Die beiden Reaktionsmittel **20**, **22** werden in der Mischvorrichtung **14** gemischt, um eine Reaktionsmischung **24** zu erzeugen. Die Reaktionsmischung **24** wird dann aus der Mischvorrichtung **14** in die Makrokammer **12** geliefert. In einer Ausführungsform kann die

Mischvorrichtung **14** in der Makrokammer **12** angeordnet sein, um ein Mischen der Reaktionsmittel in der Makrokammer **12** zu ermöglichen. In einer anderen Ausführungsform wird die Reaktionsmittelmischung **24** aus der Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **18** geliefert. Ähnlich wie in der Ausführungsform von **Fig. 2** können dann der Reaktionsinhalt **30** und/oder zusätzliche Reaktionsmittel zwischen dem Mikrofluidreaktor **18** und der Makrokammer **12** verdrängt werden. In bestimmten Ausführungsformen kann es sein, dass der Chip **10** keine Mischvorrichtung **14** und keine Fluidkammer **16** aufweist.

[0021] Gemäß den hierin erörterten Ausführungsformen wird die Makrokammer typischerweise kühler gehalten als der Mikrofluidreaktor, um reaktive Bedingungen zu vermeiden. Der Mikrofluidreaktor kann auf eine gewünschte Temperatur vorgewärmt werden, so dass eine Reaktion initiiert wird oder mit einer nötigen Geschwindigkeit fortschreitet, während sich die Reaktionsmittel im Mikrofluidreaktor befinden. Nach Abschluss der gewünschten Reaktion im Mikrofluidreaktor kann Inhalt im Mikrofluidreaktor zur Makrokammer transportiert werden. Ein solcher Prozess kann mehrmals wiederholt werden, wobei in jedem Schritt zusätzliche Reaktionsmittel zur Makrokammer hinzugegeben werden.

[0022] Mit Bezug auf **Fig. 4** wird eine detaillierte Ansicht eines Mikrofluidchips **32**, der mit einer Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** verbunden ist, offenbart. Man beachte dabei, dass die Gestaltung des Mikrofluidchips **32**, der Verbindung der Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** mit dem Mikrofluidchip **32** und die Anzahl der Reaktionsmittelquellen in anderen Ausführungsformen je nach Bedarf variieren kann.

[0023] In der dargestellten Ausführungsform weist der Mikrofluidchip **32** eine Makrokammer **44**, eine Mischvorrichtung **46**, eine Fluidkammer **48** und einen Mikrofluidreaktor bzw. Reaktor **50** auf. Die Makrokammer **44** und die Mischvorrichtung **46** sind über einen Strömungsweg **52** mit der Fluidkammer **48** und dem Fluidreaktor **50** verbunden.

[0024] Eine Reaktionsmittelquelle **34** ist an einem Punkt, der dem Mikrofluidreaktor **50** vorgelagert ist, mit dem Strömungsweg **52** verbunden. Die anderen Reaktionsmittelquellen **36, 38, 40, 42** sind jeweils über Strömungswege **58, 60, 62, 64** an einem Punkt, welcher der Fluidkammer **48** nachgelagert ist, mit dem Strömungsweg **52** verbunden. Verbindungen zwischen dem Chip und einer externen Quelle, **66, 68, 70, 72, 74**, sind in den Strömungswegen **52, 58, 60, 62, 64** vorgesehen, um Reaktionsmittel aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** zu leiten. Eine Fluidquelle **76** ist an einem Punkt zwischen dem Mikrofluidreaktor **50** und

der Fluidkammer **48** über einen Strömungsweg **78** mit dem Strömungsweg **52** verbunden. Der Strömungsweg **78** ist mit Steuerventilen **80, 82** versehen, um den Strom des Markerfluids zu steuern. In der dargestellten Ausführungsform ist der Strömungsweg **78** über einen Strömungsweg **84**, der mit einem Drosselventil **86** versehen ist, auch mit der Makrokammer **44** verbunden.

[0025] Ähnlich wie in den oben erörterten Ausführungsformen wird die Makrokammer **44** verwendet, um die Reaktionsmittel aus den Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** vorübergehend zu speichern oder einen Prozess auszuführen, der vorteilhafterweise im Makro- oder oberhalb des Mikromaßstabs stattfindet, wo andere physikalische Phänomene in der Fluidynamik dominieren. Die Mischvorrichtung **46** ist mit der Makrokammer **44** verbunden und so gestaltet, dass sie die Reaktionsmittel vermischt und eine Mischung aus den Reaktionsmitteln erzeugt.

[0026] In einer Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **46** so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** empfängt und die zwei oder mehr Reaktionsmittel vermischt, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln zu erzeugen. In einer bestimmten Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **14** in die Makrokammer **44** geliefert. In einer spezielleren Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **14** in den Mikrofluidreaktor **50** geliefert.

[0027] In einer anderen Ausführungsform ist die Mischvorrichtung **46** so gestaltet, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel aus der Makrokammer **44** empfängt, die zwei oder mehr Reaktionsmittel mischt, um die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln zu erzeugen, und dann die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in die Makrokammer **44** liefert. In einer bestimmten Ausführungsform wird die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Mischvorrichtung **46** in den Mikrofluidreaktor **50** geliefert.

[0028] Die Fluidkammer **48** wird verwendet, um Markerfluid, das aus der Fluidquelle **76** geliefert wird, zu speichern. Der Mikrofluidreaktor **50** ist so gestaltet, dass er die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln aus der Makrokammer **44** oder aus den Reaktionsmittelquellen **34, 36, 38, 40, 42** empfängt und einen Reaktionsinhalt erzeugt. In einer Ausführungsform wird der Reaktionsinhalt aus dem Mikrofluidreaktor **18** in die Makrokammer **44** geliefert. In einer anderen Ausführungsform wird der Reaktionsinhalt vorübergehend im Mikrofluidreaktor **50** gespeichert und nicht in die Makrokammer **44** geliefert.

[0029] Nachdem die Reaktionsmittelmischung in der Makrokammer **44** erzeugt worden ist, kann in der dargestellten Ausführungsform ein Verdrängungsfluid aus einer Fluidquelle **76** in die Makrokammer **44** geliefert werden, um die Reaktionsmittelmischung aus der Makrokammer **44** über die Fluidkammer **48** in den Mikrofluidreaktor **50** zu drängen. Die Reaktionsmittelmischung wird als „Propf“ transportiert, der zwischen dem Markerfluid aus der Fluidkammer **48** und dem zugeführten Verdrängungsfluid angeordnet ist. Der Mikrofluidchip **32** weist ferner einen Sensor **88** auf zum Abfühlen der Grenzfläche zwischen dem Markerfluid, der Reaktionsmittelmischung und dem Verdrängungsfluid. Der Sensor **88** kann ein optischer Sensor, ein Strahlungssensor, ein akustischer Sensor, eine Wärmeleitfähigkeitssensor, ein elektrischer Widerstands- oder Impedanzsensor oder ein elektromagnetischer Sensor sein. Anders ausgedrückt kann der Sensor **88** jede Art von Sensor sein, der eine Eigenschaft unterscheiden kann, die zwischen einem Probenpropf und einem Start- und Endmaterial, das den Probenpropf begrenzt, verschieden ist. Ein Steuersystem **90** empfängt ein Ausgangssignal vom Sensor **88** und steuert die Mehrzahl von Drosselvorrichtungen und Steuerventilen, die hierin erörtert sind, um den Strom der Reaktionsmittel und des Reaktionsinhalts zwischen der Mehrzahl von Quellen **34, 36, 38, 40, 42**, der Makrokammer **44**, der Mischvorrichtung **46** und dem Mikrofluidreaktor **50** zu steuern bzw. zu regeln. In der dargestellten Ausführungsform ist das Steuersystem **90** ein geschlossenes Regelsystem. In einer anderen bestimmten Ausführungsform kann es sein, dass der Chip **32** keinen Sensor **88** aufweist, und das Steuersystem **90** kann ein offenes Steuersystem sein.

[0030] Der Reaktionsinhalt aus dem Mikrofluidreaktor **50** kann über die Strömungswege **52, 94** zu einer Produktkammer **92** geliefert werden. Der Strömungsweg **94** ist mit einem Steuerventil **96** und einer Drosselvorrichtung **98** versehen, um den Strom des Reaktionsinhalts, der vom Mikrofluidreaktor **50** zur Produktkammer **92** geliefert wird, zu steuern bzw. zu regeln. Ein Abproduktinhalt aus dem Mikrofluidreaktor **50** kann über die Strömungswege **100, 102** in eine Abproduktkammer **104** geliefert werden. Die Wege **100, 102** sind mit einem Drosselventil **106** bzw. einer Drosselvorrichtung **108** versehen. Der Strömungsweg **78** ist über einen anderen Strömungsweg **110**, der mit einem Drosselventil **112** versehen ist, auch mit dem Strömungsweg **100** verbunden. Der Strömungsweg **102** aus der Abproduktkammer **104** ist ebenfalls mit der Makrokammer **44** verbunden. Der Strömungsweg **102** ist auch mit einem Steuerventil **114** verbunden. Der Strömungsweg **52** weist ferner ein Drosselventil **116** auf und ist mit dem Strömungsweg **102** verbunden. Man beachte dabei, dass die Mehrzahl der hierin erörterten Steuerventile On-Chip-Ventile sind. In manchen Ausführungsformen können die Steuerventile Off-Chip-Ventile sein.

[0031] Mit Bezug auf **Fig. 5** werden ein Abschnitt eines Mikrofluidchips **118** und ein zugehöriges Verfahren offenbart. Man beachte dabei, dass der hierin offenbarte Chip **118** ein Ausführungsbeispiel ist und dass die Anzahl und die Stellen der verschiedenen Komponenten im Chip **118** je nach Anwendung variieren können. In der dargestellten Ausführungsform weist der Chip **118** eine Fluidkammer **120** und eine Mehrzahl von Mikrofluidreaktoreinheiten **122, 123, 125** auf, die mit einem Kanal **124** verbunden sind. Ein Steuerventil **126** ist in einem Strömungskanal **128** vorgesehen, der an einer Stelle zwischen der Fluidkammer **120** und den Reaktoren **122, 123, 125** mit dem Kanal **124** verbunden ist. Eine Schaltvorrichtung **127** kann verwendet werden, um einen Strom aus einer Makrokammer über den Kanal **124** zu der Mehrzahl von Reaktoren **122, 123, 125** zu steuern. Ein Drosselventil **130** ist in einem Abproduktkanal **132** vorgesehen, der mit dem Kanal **124** verbunden ist. Ein anderes Drosselventil **136** ist stromabwärts von den Mikrofluidreaktoren **122, 123, 125** im Kanal **124** vorgesehen.

[0032] Zu Anfang wird ein Reaktionsmittel über einen Kanal **134** gepumpt, um den Kanal **124** vorzubereiten. Die Ventile **126** und **136** werden geschlossen und das Ventil **130** wird geöffnet, um etwaige überschüssige Reaktionsmittelströme durch den Abproduktkanal **132** abfließen zu lassen. Dann werden die Ventile **126, 130** geschlossen und das Ventil **136** wird geöffnet. Eine Verdrängungsflüssigkeit wird durch den Kanal **124** gepumpt, und strömt durch die Reaktoren **122, 123, 125** nach außen. Dann wird das Ventil **136** geschlossen und die Ventile **126, 130** werden geöffnet. Markerfluid wird durch den Kanal **128** geliefert, um die Fluidkammer **120** zu füllen. Der überschüssige Markerfluidstrom kann durch den Kanal **132** geleitet werden. Der Chip **118** ist nun vorbereitet. Danach werden die Ventile **126, 130** geschlossen und das Reaktionsmittel, gefolgt vom Verdrängungsfluid, wird auf solche Weise durch die Kanäle **134, 124**, die Fluidkammer **120** zu den Reaktoren **122, 123, 125** geliefert, dass sich Markerfluid stromaufwärts und stromabwärts vom Reaktionsmittel befindet. Man beachte dabei, dass die hierin offenbarte Abfolge der Schritte ein Ausführungsbeispiel ist und je nach Anwendung variieren kann. Wenn das Reaktionsmittel und das Markerfluid die Reaktoren **122, 123, 125** verlassen, kann das Markerfluid von einem Sensor **138** erfasst werden, beispielsweise einem optischen Sensor, wie in **Fig. 4** dargestellt ist. In bestimmten Ausführungsformen kann der Sensor **138** ein elektrischer Sensor, ein akustischer Sensor, ein magnetischer Sensor, ein radioaktiver Sensor oder dergleichen sein. Die Sensorausgabe ermöglicht eine geschlossene Regelung der verschiedenen Komponenten des Chips **118**. In manchen Ausführungsformen wird das Reaktionsmittel als Pfropf zwischen dem Markerfluid und einer Verdrängungsflüssigkeit transportiert. In bestimmten anderen Ausführungsfor-

men wird das Reaktionsmittel als Pfropfen zwischen Markerfluid sowohl auf seiner Vorderseite als auch auf seiner Rückseite transportiert. In solchen Ausführungsformen verhindert das Markerfluid auf der Rückseite eine Vermischung des Reaktionsmittelpfropfens und des Verdrängungsfluids, um eine Verdünnung des Reaktionsmittels zu vermeiden. In einer speziellen Ausführungsform kann mit Fluoreszenzfarbstoff markierte Flüssigkeit verwendet werden.

[0033] Das Volumen des Markerfluids, das durch den Kanal **128** geliefert wird, kann anhand von On-Chip-Ventilen gesteuert werden. Das Markerfluid wird entweder in einem Pumpmodus oder in einem Saugmodus geliefert. Die Steuerung des Volumens des zugeführten Markerfluids erleichtert die Steuerung des Stroms von begrenzten Reaktionsmittelmengen im Chip **118**.

[0034] Mit Bezug auf **Fig. 6** wird ein Abschnitt **140** des Kanals **124** stromabwärts vom Reaktor gemäß einer Ausführungsform von **Fig. 5** offenbart. In der dargestellten Ausführungsform kann ein Abschnitt **140** des Kanals **124** zu einem bestimmten Zeitpunkt mit einem flüssigen Reaktionsmittel oder Gas gefüllt sein. Der Sensor, beispielsweise ein optischer Sensor, wird verwendet, um das Vorhandensein von Gas oder Flüssigkeit im Abschnitt **140** des Kanals **124** zu erfassen. Wenn der Abschnitt **140** des Kanals **124** mit Flüssigkeit gefüllt ist, die einen Brechungsindex nahe dem des Materials des Kanalabschnitts **140** aufweist, werden Lichtstrahlen durch den Abschnitt **140** des Kanals **124** durchgelassen, wie von einem Pfeil **142** angegeben, da die Brechung der Flüssigkeit dem Brechungsindex des Kanals **124** fast gleich ist. Wenn der Abschnitt **140** des Kanals **124** mit einem Gas gefüllt ist, werden Lichtstrahlen vom Abschnitt **140** des Kanals **124** reflektiert, wie von einem Pfeil **144** angegeben, da sich die Brechung der Flüssigkeit vom Brechungsindex des Kanals **124** stark unterscheidet. In anderen Ausführungsformen können die Sensoren auf ähnliche Weise an jeder anderen geeigneten Stelle des Mikrofluidchips verwendet werden. In bestimmten Ausführungsformen kann der Sensor, wie oben beschrieben, ein elektrischer Sensor, ein akustischer Sensor, ein magnetischer Sensor, ein radioaktiver Sensor oder dergleichen sein.

[0035] Gemäß den oben erörterten Ausführungsformen wird für den Mikrofluidchip eine „Schaukel“-Gestaltung verwendet, wobei Reaktionsmittel/Reaktionsgehalt zwischen der Makrokammer und dem Mikrofluidreaktor hin und her transportiert werden können. Bei einer solchen Gestaltung werden komplexe mehrstufige Reaktionen innerhalb eines kompakten Chips durchgeführt. Eine solche Gestaltung vermeidet die Notwendigkeit eines separaten Reaktors für jeden Schritt und bietet den Vorteil von Mikro- und Makrogestaltungen in einer integrierten Vorrichtung. Die Wärmespeichermasse und der Flächenin-

halt der Oberfläche des Mikrofluidreaktors können wesentlich höher sein als die der Reaktionsmittel, die im Mikrofluidreaktor gespeichert sind, wodurch Wärme, die im Mikrofluidreaktor gespeichert ist, schnell auf die im Mikrofluidreaktor gespeicherten Reaktionsmittel übertragen werden kann. Der relativ warme Mikrofluidreaktor und die kalte Makrokammer für Umsetzung und Speicherung der Reaktionsmittel ermöglichen eine Prozesssteuerung, die ein schnelles Stillen der Reaktionen gestattet. Alternativ dazu erleichtern Mikrofluidreaktor-Designs eine Wärmeübertragung auf externe(n) oder interne(n) Wärmequellen oder -senken, und ermöglichen eine schnelle Temperaturerhöhung oder -senkung.

[0036] Obwohl hierin nur bestimmte Merkmale der Erfindung dargestellt und beschrieben sind, können viele Modifizierungen und Änderungen für einen Fachmann auf dem betreffenden Gebiet naheliegend sein. Daher sei klargestellt, dass die beigefügten Ansprüche alle solchen Modifikationen und Änderungen abdecken sollen, die im wahren Gedanken der Erfindung liegen.

Patentansprüche

1. Mikrofluidchip, aufweisend:
 - eine Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen für die Lieferung einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln, wobei jede Reaktionsmittelquelle ein entsprechendes Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln liefert;
 - eine Makrokammer zur Aufnahme eines oder mehrerer Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen; und
 - einen Mikrofluidreaktor, der mit der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen verbunden ist und so gestaltet ist, dass er zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen aufnimmt und die zwei oder mehr Reaktionsmittel miteinander reagieren lässt, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen.
2. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, ferner eine Mischvorrichtung aufweisend, die mit mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen und dem Mikrofluidreaktor verbunden ist, wobei die Mischvorrichtung so gestaltet ist, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln mischt und eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln erzeugt.
3. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei der Mikrofluidreaktor über die Mischvorrichtung mit der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen verbunden ist.

4. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei die Mischvorrichtung so gestaltet ist, dass sie die zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen empfängt, die zwei oder mehr Reaktionsmitteln mischt und die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in die Makrokammer und/oder den Mikrofluidreaktor liefert.

5. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei die Mischvorrichtung so gestaltet ist, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Makrokammer empfängt, die zwei oder mehr Reaktionsmittel mischt und die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in den Mikrofluidreaktor liefert.

6. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei der Mikrofluidreaktor den Reaktionsinhalt über die Mischvorrichtung in die Makrokammer liefert.

7. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei die Mischvorrichtung in die Makrokammer integriert ist und so gestaltet ist, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln in der Makrokammer mischt.

8. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei die Mischvorrichtung in den Mikrofluidreaktor integriert ist und so gestaltet ist, dass sie zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln im Mikrofluidreaktor mischt.

9. Mikrofluidchip nach Anspruch 2, wobei die Mischvorrichtung eine Gasbläschenquelle aufweist, um Gasbläschen zur Makrokammer zu liefern, um ein Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln in der Makrokammer zu ermöglichen.

10. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, ferner eine Fluidkammer aufweisend zum Speichern eines Markerfluids, wobei der Mikrofluidreaktor über die Fluidkammer mit der Makrokammer verbunden ist.

11. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, wobei der Marker ein Gas und/oder eine fluoreszierende Flüssigkeit umfasst; wobei die fluoreszierende Flüssigkeit und das Gas unterschiedliche Eigenschaften aufweisen.

12. Mikrofluidchip nach Anspruch 10, ferner eine Fluidquelle aufweisend zum Liefern eines Verdrängungsfluids zur Makrokammer, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder den Reaktionsinhalt aus der Makrokammer zu verdrängen, so dass die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder der Reaktionsinhalt als Pfropfen, der zwischen dem Markerfluid und dem Verdrängungsfluid angeordnet ist, zum Mikrofluidreaktor transportiert wird.

13. Mikrofluidchip nach Anspruch 12, ferner mindestens einen Sensor aufweisend, der an mindestens einer Stelle des Chips angeordnet ist, um eine Grenzfläche zwischen dem Verdrängungsfluid und der Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder dem Reaktionsinhalt an der mindestens einen Stelle des Chips abzufühlen.

14. Mikrofluidchip nach Anspruch 13, ferner ein geschlossenes Regelsystem aufweisend zum Steuern des Stroms der Reaktionsmittel und des Reaktionsinhalts zwischen der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen, der Makrokammer und dem Mikrofluidreaktor auf Basis einer Ausgabe des mindestens einen Sensors.

15. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, ferner ein offenes Steuersystem aufweisend zum Steuern des Stroms der Reaktionsmittel und des Reaktionsinhalts zwischen der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen, der Makrokammer und dem Mikrofluidreaktor.

16. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, wobei der Mikrofluidreaktor auf einer ersten Temperatur gehalten wird und die Makrokammer auf einer zweiten Temperatur gehalten wird, die sich von der ersten Temperatur unterscheidet.

17. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, wobei der Mikrofluidreaktor und die Makrokammer auf einer vorgegebenen Temperatur gehalten werden.

18. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, ferner eine Mehrzahl von On-Chip-Ventilen zum Steuern des Stroms der Reaktionsmittel und des Reaktionsinhalts zwischen der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen, der Makrokammer und dem Mikrofluidreaktor aufweisend.

19. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, wobei der Mikrofluidreaktor eine Mehrzahl von Reaktoreinheiten aufweist, wobei die Makrokammer über eine Schaltungsvorrichtung, die so gestaltet ist, dass sie den Strom der Mehrzahl von Reaktionsmitteln oder des Reaktionsinhalts zwischen der Makrokammer und der Mehrzahl von Reaktoreinheiten steuert, mit der Mehrzahl von Reaktoreinheiten verbunden ist.

20. Mikrofluidchip nach Anspruch 1, wobei der Mikrofluidreaktor in die Makrokammer integriert ist.

21. Verfahren, umfassend:
Leiten von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von einer Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus einer Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen in eine Makrokammer; und
Leiten von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus mindestens einer von der Makrokammer, der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen zu einem Mikrofluidreaktor; und

Umsetzen von zwei oder mehr Reaktionsmitteln von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln im Mikrofluidreaktor, um einen Reaktionsinhalt zu erzeugen; wobei die Makrokammer und der Mikrofluidreaktor in einem Mikrofluidchip angeordnet sind.

22. Verfahren nach Anspruch 21, das Leiten der zwei oder mehr Reaktionsmittel aus der Mehrzahl von Reaktionsmittelquellen zu einer Mischvorrichtung, das Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel über die Mischvorrichtung und das Leiten einer Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in die Makrokammer und/oder den Mikrofluidreaktor umfassend.

23. Verfahren nach Anspruch 21, das Leiten der zwei oder mehr Reaktionsmittel von der Mehrzahl von Reaktionsmitteln aus der Makrokammer zu einer Mischvorrichtung, das Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel über die Mischvorrichtung und das Leiten einer Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln in den Mikrofluidreaktor umfassend.

24. Verfahren nach Anspruch 21, das Leiten des Reaktionsinhalts aus dem Mikrofluidreaktor über eine Mischvorrichtung in die Makrokammer umfassend.

25. Verfahren nach Anspruch 21, das Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel innerhalb des Mikrofluidreaktors umfassend.

26. Verfahren nach Anspruch 21, das Mischen der zwei oder mehr Reaktionsmittel innerhalb der Makrokammer umfassend.

27. Verfahren nach Anspruch 21, ferner das Leiten eines Verdrängungsfluids aus einer Fluidquelle zur Makrokammer umfassend, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder den Reaktionsinhalt aus der Makrokammer zu verdrängen, so dass die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder der Reaktionsinhalt als Pfropfen, der zwischen dem Verdrängungsfluid und einem in einer Fluidkammer gespeicherten Markerfluid angeordnet ist, zum Mikrofluidreaktor transportiert wird.

28. Verfahren nach Anspruch 21, ferner das Verwenden eines positiven Drucks oder eines negativen Drucks aus einem Zugangsende der Makrokammer umfassend, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder den Reaktionsinhalt aus der Makrokammer zu verdrängen, so dass die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder der Reaktionsinhalt als Pfropfen, der zwischen dem Verdrängungsfluid und einem in einer Fluidkammer gespeicherten Markerfluid angeordnet ist, zum Mikrofluidreaktor transportiert wird.

29. Verfahren nach Anspruch 28, ferner das Verwenden eines positiven Drucks oder eines negativen

Drucks aus einem Ausgangsende der Makrokammer umfassend, um eine Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder den Reaktionsinhalt aus der Makrokammer zu verdrängen, so dass die Mischung aus zwei oder mehr Reaktionsmitteln oder der Reaktionsinhalt als Pfropfen, der zwischen dem Verdrängungsfluid und dem Markerfluid angeordnet ist, zum Mikrofluidreaktor transportiert wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

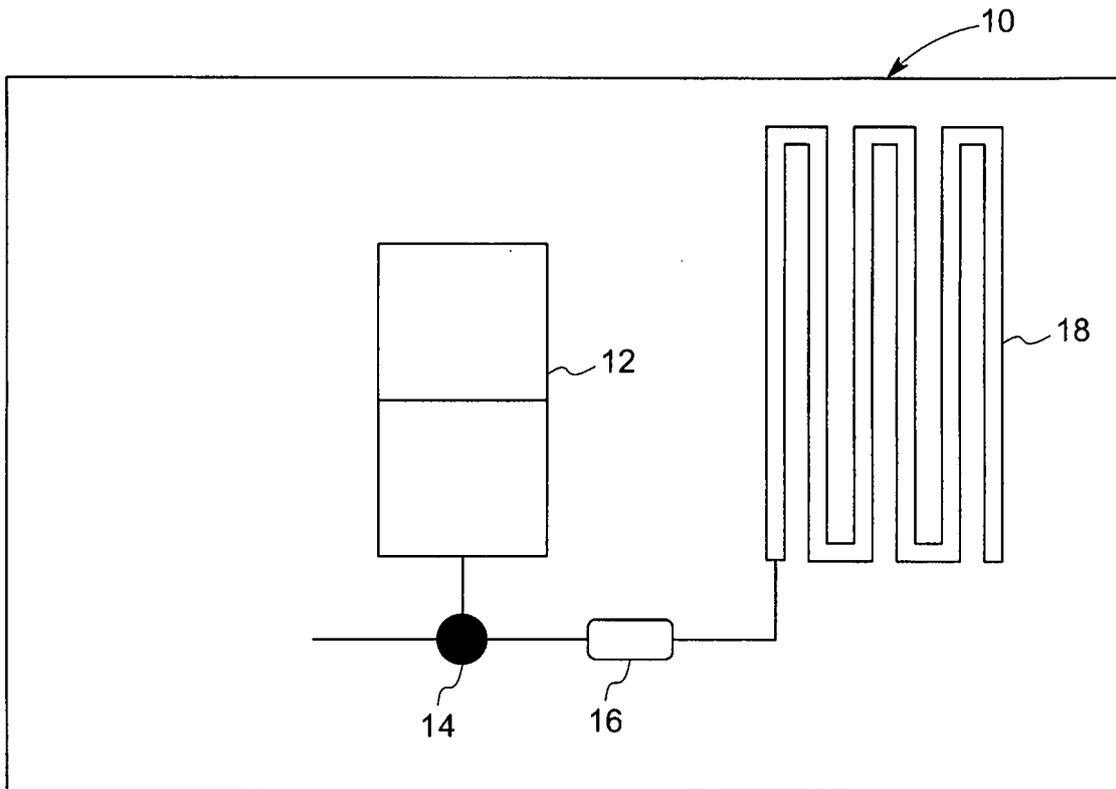


FIG. 1

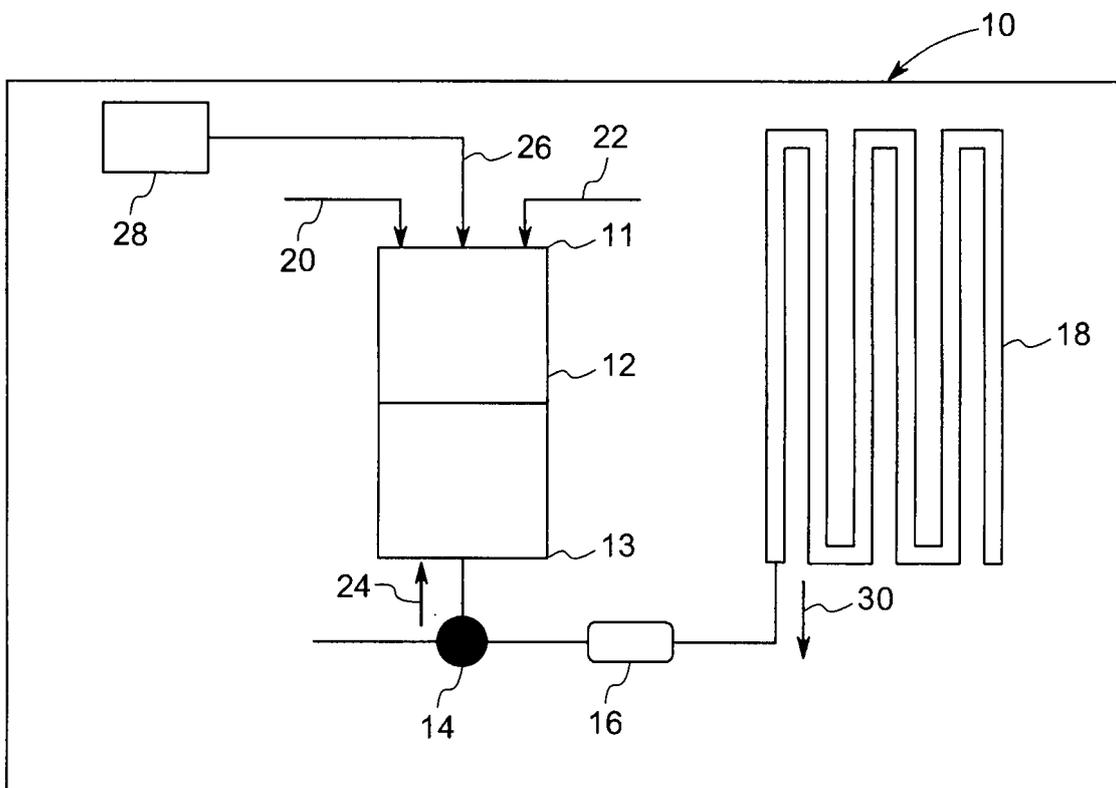


FIG. 2

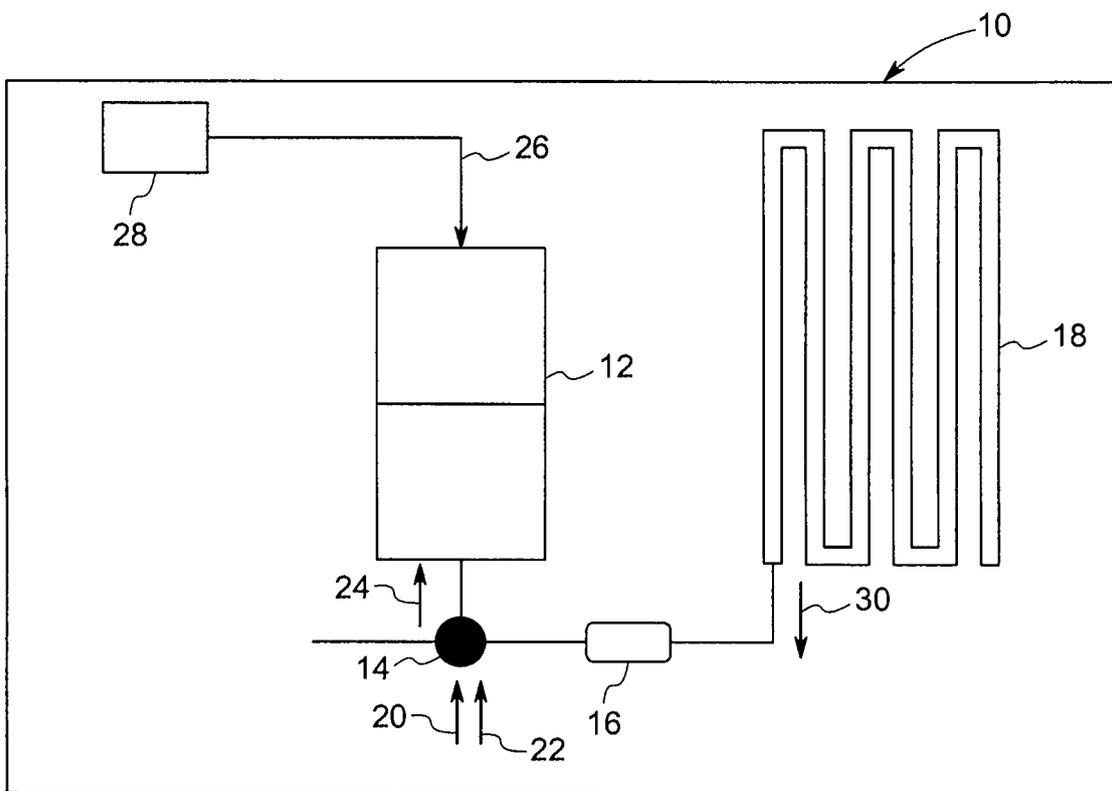


FIG. 3

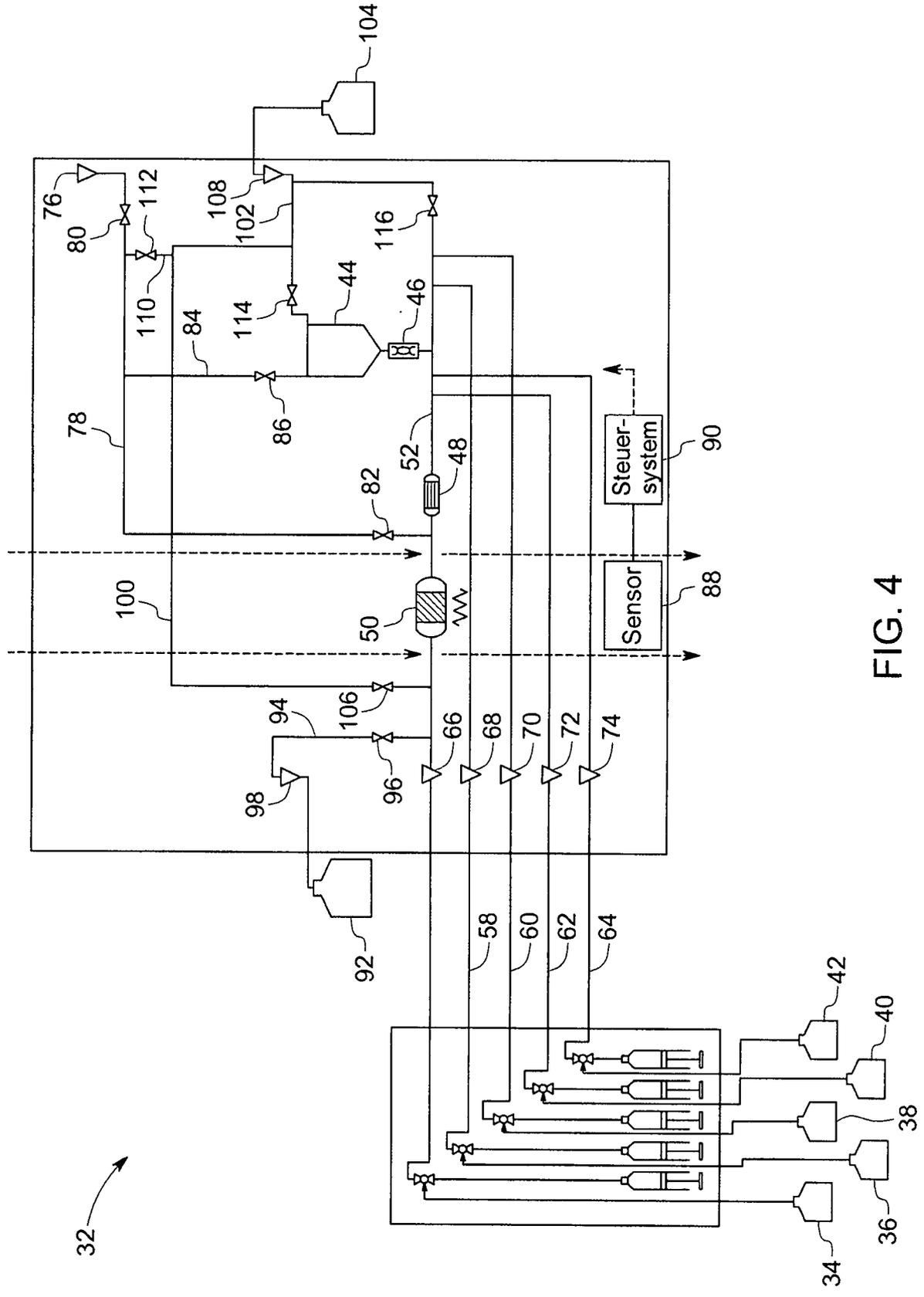


FIG. 4

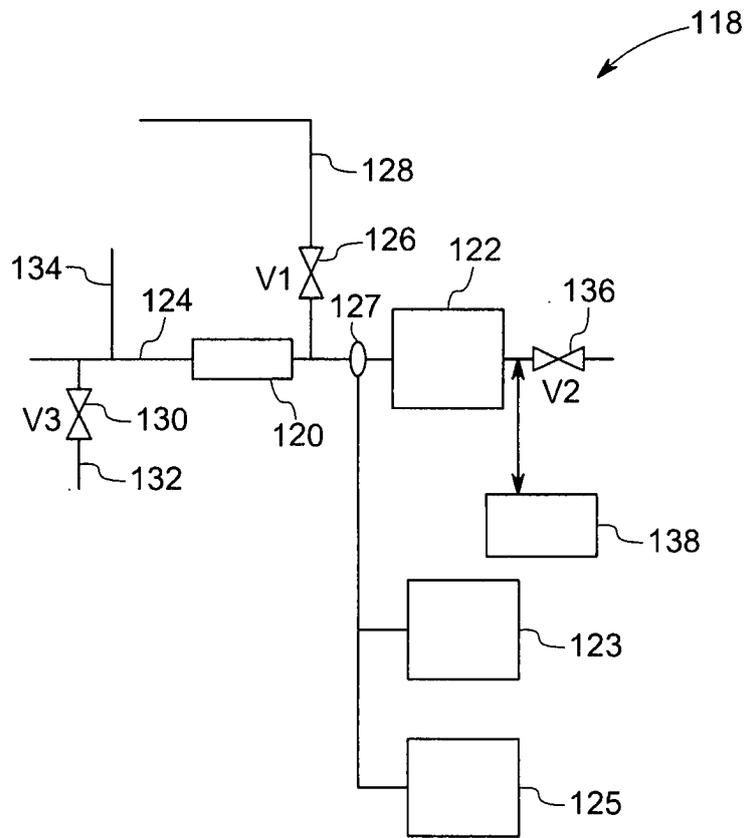


FIG. 5

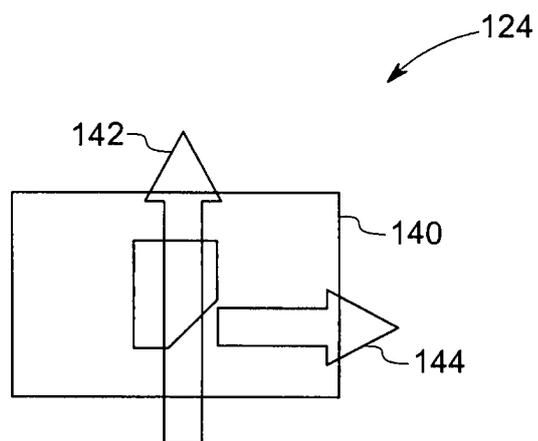


FIG. 6