



(10) **DE 10 2013 215 210 B3** 2014.10.16

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 215 210.8**  
(22) Anmeldetag: **02.08.2013**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.10.2014**

(51) Int Cl.: **G01N 21/03 (2006.01)**  
**B01L 3/14 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**Analytik Jena AG, 07745 Jena, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Liedtke & Partner, 99096 Erfurt, DE**

(72) Erfinder:  
**Weber, Jörg, 07751 Jena, DE**

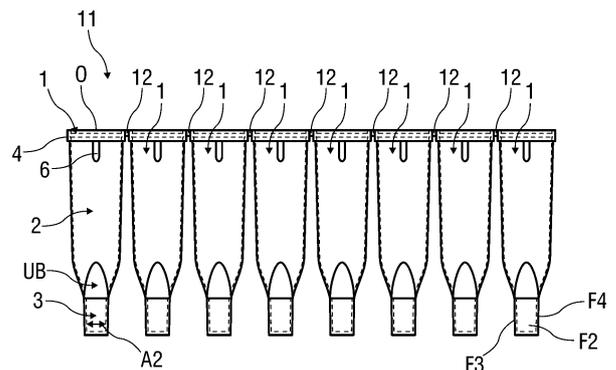
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	32 46 592	C1
DE	196 52 784	A1
DE	198 26 470	A1
DE	10 2011 014 598	A1
DE	695 19 783	T2
US	7 787 116	B2
US	8 493 559	B2
US	4 263 256	A
US	5 048 957	A
EP	1 684 904	B1
WO	2008/ 128 534	A1

(54) Bezeichnung: **Reaktionsgefäß, Reaktionsgefäßanordnung und Verfahren zur Analyse einer Substanz**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Reaktionsgefäß (1) zur Analyse einer Substanz, umfassend eine Vorratskammer (2) und zumindest eine Messkammer (3), wobei die Vorratskammer (2) und die Messkammer (3) in einem Übergangsbereich (UB) miteinander verbunden und zur Aufnahme der Substanz vorgesehen sind, wobei die Messkammer (3) zumindest zwei einander gegenüberliegende, planparallele und aus einem lichtdurchlässigen Material gebildete Messfenster (F1, F2; F3, F4; F5, F6) aufweist. Erfindungsgemäß weist die Vorratskammer (2) einen kreisförmigen Querschnitt auf.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Reaktionsgefäßanordnung (11) zur Analyse einer Substanz, umfassend mehrere miteinander verbundene Reaktionsgefäße (1) und ein Verfahren zur Analyse einer innerhalb eines Reaktionsgefäßes (1) befindlichen Substanz, wobei die Substanz innerhalb desselben Reaktionsgefäßes (1) bearbeitet und optisch untersucht wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Reaktionsgefäß zur Analyse einer Substanz, umfassend eine Vorratskammer und zumindest eine Messkammer, wobei die Vorratskammer und die Messkammer in einem Übergangsbereich miteinander verbunden und zur Aufnahme der Substanz vorgesehen sind, wobei die Messkammer zumindest zwei einander gegenüberliegende, planparallele und aus einem lichtdurchlässigen Material gebildete Messfenster aufweist.

**[0002]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Reaktionsgefäßanordnung zur Analyse einer Substanz, umfassend mehrere miteinander verbundene Reaktionsgefäße.

**[0003]** Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Analyse einer innerhalb eines Reaktionsgefäßes befindlichen Substanz.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik sind allgemein Untersuchungsmethoden in der Analytik, insbesondere der Bioanalytik, bekannt, bei welchen zur Kontrolle von Zwischenergebnissen oder zur Erfassung eines Endergebnisses eine optische Messung von in Reaktionsgefäßen befindlichen Reagenzienlösungen, Probenlösungen oder Mischungen dieser durchgeführt wird. Mittels dieser optischen Messungen werden unter anderem Absorptions- und Fluoreszenzeffekte erfasst und ausgewertet. Zur Durchführung der Untersuchungsmethoden werden die in den Reaktionsgefäßen befindlichen Reagenzienlösungen, Probenlösungen oder Mischungen dieser manipuliert. Es existieren je nach Anwendungsfall unterschiedliche Typen von Reaktionsgefäßen, welche im Allgemeinen, insbesondere in der Bioanalytik, für einen einmaligen Gebrauch je Untersuchungsvorgang ausgelegt sind. Ein Bearbeiten einer hohen Anzahl von Untersuchungsproben erfolgt im Allgemeinen automatisiert, wobei die Reaktionsgefäße zu diesem Zweck entsprechend ausgebildet sind. Auch erfolgt häufig eine temporäre Lagerung der Zwischen- oder Endergebnissen oder von Lösungen dieser, wobei die Reaktionsgefäße hierzu ebenfalls entsprechend ausgebildet sind.

**[0005]** Ein Großteil der optischen Messungen in Flüssigkeiten wird in Küvetten durchgeführt, welche als so genannte Standardküvetten oder Küvetten mit speziellen Formen und optischen Schichtdicken für die zu untersuchenden Flüssigkeiten ausgebildet sind. Standardküvetten zeichnen sich dabei meist durch eine Schichtdicke von 10 mm aus und weisen jeweils zwei Paar von planparallel zueinander angeordneten Seitenwänden auf. Unter der Schichtdicke wird vorliegend ein Abstand zwischen Innenseiten der planparallel zueinander angeordneten Seitenwänden jeweils eines Paares verstanden.

**[0006]** Eine derartige Küvette für eine optische Analyse kleiner Volumina beschreibt die WO 2008/2008128534 A1. Die Küvette ist aus einem strukturierten Trägersubstrat und einem Kanal gebildet, wobei das Trägersubstrat planar und optisch durchlässig ausgebildet ist und der Kanal zwei Messkammern mit unterschiedlichen Kanaltiefen aufweist. Eine Seite des Trägersubstrats ist mit einer dünnen, optisch durchlässigen Folie verschlossen, welche über zwei fluidische Schnittstellen verfügt, die mit dem Kanal flüssigkeitsleitend verbunden sind. Die verbleibende andere Seite des Trägersubstrats ist ebenfalls mit einer dünnen, optisch durchlässigen Folie verschlossen.

**[0007]** Weiterhin offenbart die DE 198 26 470 A1 eine Küvette für eine Messung einer Absorption von Strahlung in flüssigen Proben, welche im Bereich von Fenstern aus einem durchlässigen Kunststoff gebildet ist. Die Küvette umfasst einen Innenraum, der in einem kastenförmigen Oberteil mit einer oberen Öffnung zum Einfüllen und Entnehmen von Probenflüssigkeit und in einem sich über einen Übergang anschließenden kleineren kastenförmigen Unterteil für das Messvolumen ausgebildet ist. Weiterhin umfasst die Küvette zwei Paare einander gegenüberliegender, planparalleler Fenster im Unterteil, wobei der Abstand der Fenster des einen Paares verschieden von dem Abstand der Fenster des anderen Paares ist, um unterschiedliche Schichtdicken der Probenflüssigkeit für die Messung zur Verfügung zu stellen. Ferner sind vier in den Ecken des Oberteils fluchtende Füße vorgesehen, die sich vom Oberteil weg bis zum Niveau eines Bodens des Unterteils erstrecken.

**[0008]** Die US 4,263,256 beschreibt Küvetten für die Verwendung in einer Vorrichtung zur automatischen Prüfung von flüssigen Proben. Die Küvetten sind dabei in einem kontinuierlichen integralen Streifen angeordnet, wobei der Streifen zwischen benachbarten Küvetten flexibel ausgebildet ist, so dass eine relative Winkelbewegung von benachbarten Küvetten in einer horizontalen und vertikalen Ebene möglich ist. Die Küvetten weisen dabei einen rechteckigen Querschnitt auf.

**[0009]** Eine weitere Anordnung mehrerer Küvetten in einem solchen Streifen beschreibt die US 5,048,957. Hierbei weisen die Küvetten einen kreisrunden Querschnitt auf.

**[0010]** Aus der DE 196 52 784 A1 ist eine Küvette zur Aufnahme, zum Transport und zur Speicherung von Flüssigkeiten und zur Durchführung optischer Messungen in einem Analysegerät bekannt. Die Küvette ist aus einem lichtdurchlässigen Kunststoff zur Einstrahlung und Messung von Licht gebildet und weist eine Form auf, die die Speicherung von Flüssigkeit während der Reaktion gewährleistet. An ihrer Unterseite ist eine Vorrichtung zur Aufnahme der erforderli-

chen Flüssigkeitsvolumina und an ihrer Oberseite ein Anschlusskonus zur Aufnahme an eine Wechselspitzeneinrichtung ausgebildet.

**[0011]** Die DE 695 19 783 T2 beschreibt ein Verfahren für einen Verfolgung einer Bildung eines Nukleinsäure-Amplifizierungsreaktionsprodukts in Echtzeit. Hierbei wird in einem ersten Verfahrensschritt eine geschlossene Reaktionskammer bereitgestellt, welche eine Reaktionsmischung enthält. Die Reaktionsmischung umfasst ein Nukleinsäuremolekül sowie einen ersten Fluoreszenzindikator für jedes Nukleinsäuremolekül, wobei der erste Fluoreszenzindikator ein erstes Fluoreszenzsignal abgibt, wenn er durch elektromagnetische Erregerstrahlung bestrahlt wird. Eine Intensität des ersten Signals ist proportional zur Menge des Amplifizierungsprodukts im Volumen der Reaktionsmischung, welche mit der elektromagnetischen Erregerstrahlung bestrahlt wird. Das erste Signal ist spektral auflösbar, wobei die geschlossene Reaktionskammer einen Wandteil für die optische Transmission und einen Hohlraum zwischen dem Wandteil und einer Oberfläche der Reaktionsmischung umfasst. Weiterhin wird in einem zweiten Verfahrensschritt eine Amplifizierung des Nukleinsäuremoleküls durchgeführt. In einem sich wiederholenden dritten Verfahrensschritt wird ein Strahl elektromagnetischer Erregerstrahlung in die Reaktionsmischung gerichtet und die Intensität des ersten Signals erfasst, wobei der Strahl und das erfasste Signal über den Wandteil übertragen wird. Die Reaktionsmischung umfasst zusätzlich einen zweiten Fluoreszenzindikator, der homogen durch die gesamte Reaktionsmischung verteilt ist und ein zweites Fluoreszenzsignal abgibt, wenn er mit elektromagnetischer Erregerstrahlung bestrahlt wird. Eine Intensität des zweiten Signals ist proportional zum Volumen der Reaktionsmischung, welche mit dem Strahl elektromagnetischer Erregerstrahlung bestrahlt wird, wobei das zweite Signal dem ersten Signal gegenüber spektral auflösbar ist und der Strahl in die Reaktionsmischung fokussiert wird. Im dritten Verfahrensschritt wird die Intensität des zweiten Signals erfasst und das Verhältnis der Intensität des ersten Signals und des zweiten Signals wird berechnet, wobei das Verhältnis zur Menge des amplifizierten Produkts proportional ist.

**[0012]** Weiterhin ist aus der DE 32 46 592 C2 eine Küvette zur Mischung und für optische Untersuchungen von Flüssigkeiten bei kleinem Aufnahmevolumen und großer Füllhöhe im Bereich eines Messbereichs mit gegenüberliegenden parallelen, schmalen Wandabschnitten wenigstens zur Eingabe einer Strahlung und zwischen diesen angeordneten Seitenwänden bekannt. Im Querschnitt, senkrecht zur Mittelachse der Küvette, ist ein Übergang zwischen den parallelen schmalen Wandabschnitten und den Seitenwänden bogenförmig ausgeführt. Die Seitenwände weisen im Messbereich eine bogenförmige Wölbung auf. Diese Wölbung ist in Bezug zu den bo-

genförmigen Übergängen so weit nach innen gezogen, dass im Querschnitt eine mittlere Tangente die Wandabschnitte jeweils am Rande ihres planparallelen Bereichs oder derart weit innen schneidet, dass auch bei doppelkegigem Messlicht eine tangentielle Annäherung der Wölbung an eine Einschnürung des Messlichts erfolgt.

**[0013]** Weitere Reaktionsgefäße sind aus der US 8,493,559 B2, der EP 1 684 904 B1, der DE 10 2011 014 598 A1 und der US 7,787,116 B2 bekannt. Hierbei wird in der US 8,493,559 B2 eine zylindrisch geformte Küvette beschrieben, mit einem konischen oberen Bereich und einem unteren Bereich beschrieben. Der obere Bereich weist einen kreisrunden Querschnitt auf. Der untere Bereich ist kastenförmig ausgebildet und weist 2 Paar planparallel angeordneter Fenster auf, wobei ein Abstand zwischen den Fenstern eines Paares verschieden zum Abstand der Fenster des anderen Paares ist.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Reaktionsgefäß zur Analyse einer Substanz, eine verbesserte Reaktionsgefäßanordnung zur Analyse einer Substanz und ein verbessertes Verfahren zur Analyse einer innerhalb eines Reaktionsgefäßes befindlichen Substanz anzugeben.

**[0015]** Hinsichtlich des Reaktionsgefäßes wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale, hinsichtlich der Reaktionsgefäßanordnung durch die in Anspruch 8 angegebenen Merkmale und hinsichtlich des Verfahrens durch die in Anspruch 11 angegebenen Merkmale gelöst.

**[0016]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0017]** Das Reaktionsgefäß zur Analyse einer Substanz umfasst eine Vorratskammer und zumindest eine Messkammer, wobei die Vorratskammer und die Messkammer in einem Übergangsbereich miteinander verbunden und zur Aufnahme der Substanz vorgesehen sind, wobei die Messkammer zumindest zwei einander gegenüberliegende, planparallele und aus einem lichtdurchlässigen Material gebildete Messfenster aufweist, wobei die Vorratskammer einen kreisförmigen Querschnitt aufweist.

**[0018]** Um eine verbesserte Positionierung und Arretierung des Reaktionsgefäßes in einer Trägervorrichtung zu realisieren, ist in einer möglichen Ausführung an einer Außenseite an einem unteren Ende des Reaktionsgefäßes zumindest ein im Wesentlichen senkrecht zu einem am unteren Ende ausgebildeten Bodenelement angeordnetes stegförmiges Arretierungselement ausgebildet, welches wiederum derart in mechanischen Kontakt mit einer an der Trägervorrichtung ausgebildeten korrespondie-

renden Struktur bringbar ist, dass das Reaktionsgefäß auch im unteren Bereich sicher gehalten ist.

**[0019]** Unter der Analyse werden dabei vorliegend alle Verfahrensschritte zur Bearbeitung der Substanz, beispielsweise eine Durchmischung, Zentrifugierverfahren, ein Hinzufügen weiterer Substanzen und optische, chemische und mechanische Verfahren zur Untersuchung der Substanz verstanden.

**[0020]** Das erfindungsgemäße Reaktionsgefäß ermöglicht in besonders vorteilhafter Weise eine wirtschaftliche Durchführung der Analyse der zu analysierenden Substanz, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Gases, da sowohl eine Bearbeitung, d. h. Manipulation der Substanz, und ein optischer Messvorgang, für welchen zur Erzielung von zuverlässigen Ergebnissen zwingend zumindest zwei planparallele Messfenster erforderlich sind, in ein und demselben Gefäß durchführbar sind. Hierbei ist im Ablauf der Nachweismethode effektiv ohne oder zumindest mit geringem Zusatzaufwand das optische Messverfahren durchführbar. Dabei ist kein aufwändiges Umfüllen der zu analysierenden Substanz zwischen den einzelnen Analyseschritten und dem optischen Messverfahren erforderlich.

**[0021]** Demgegenüber zeichnen sich aus dem Stand der Technik bekannte Reaktionsbehälter mit ausschließlich kreisrundem Querschnitt dadurch aus, dass dieses zwar zur Bearbeitung der zu analysierenden Substanz verwendbar sind, nicht jedoch zur präzisen optischen Untersuchung derselben, da die kreisrunde Form dazu führt, dass sich an keiner größer als unendlich kleinen Stelle des Reaktionsgefäßes zwei Gefäßwände parallel gegenüber stehen. Eine Ausbildung eines Messfensters mit auf eine Größe definierten Schichtdicke mit einer lateralen Ausdehnung von größer als unendlich klein ist somit bei solchen Reaktionsgefäßen nach dem Stand der Technik nicht gegeben, so dass die Voraussetzung für eine präzise optische Vermessung des Inhaltes in den Gefäßen durch deren Gefäßwandung nicht vorhanden ist.

**[0022]** Die erfindungsgemäß ausgebildete Messkammer, welche insbesondere aus einer mit einem sich verändernden Radius gekrümmten kreisrunden Form der Gefäßwand in einem Übergangsbereich der Vorratskammer hervorgeht, bildet dagegen einen begrenzten aber größer als unendlich kleinen Bereich des Reaktionsgefäßes, in dem sich die gegenüberliegenden Gefäßwandungen parallel gegenüberstehen und Messfenster bilden. Diese parallel gegenüberliegenden Messfenster lassen eine präzise optische Vermessung der zu analysierenden Substanz zu.

**[0023]** Aufgrund der Verbindung zwischen Vorratskammer und Messkammer im Übergangsbereich befindet sich der Inhalt des Reaktionsgefäßes sowohl in

der Vorratskammer als auch gleichzeitig in der Messkammer. Somit können Substanzen, wie beispielsweise Flüssigkeiten oder Gase, jeweils in das Reaktionsgefäß eingefüllt werden und es erfolgt damit gleichzeitig die Befüllung der Messkammer. Bei der Entleerung des Reaktionsgefäßes gilt Entsprechendes.

**[0024]** Weiterhin sind von 10 mm abweichende Schichtdicken, welche durch den Abstand der planparallelen Messfenster bestimmt werden, realisierbar. Auch ist aufgrund der Ausbildung des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes eine einfache Handhabung desselben in einem automatisierten Analyseverfahren der zu analysierenden Substanz möglich, wobei das Reaktionsgefäß die manuelle oder automatische Bearbeitung, eine Lagerung und optische Untersuchung der Substanz unter optimalen Bedingungen erlaubt.

**[0025]** Weiterhin ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Ausbildung in überraschender Weise gegenüber dem Stand der Technik, bei welchem davon ausgegangen wird, dass ein ausschließlich runder Querschnitt und ein ausschließlich eckiger Querschnitt des Reaktionsgefäßes nachteilig zur Durchmischung der zu analysierenden Substanz ist, aufgrund der unterschiedlichen Querschnitte des Vorrats- und Messkammer eine besonders gute Durchmischung.

**[0026]** Dabei ermöglicht der kreisrunde Querschnitt gegenüber einem eckigen Querschnitt eine einfache Fassbarkeit, Anordnung, Ausrichtung und Positionierung in einer Vorrichtung zur automatisierten Analyse, eine einfachere Verschließbarkeit mit einem Deckelelement sowie einen geringeren Material- und Kostenaufwand bei der Herstellung des Reaktionsgefäßes bei gleichbleibenden oder höherem Fassungsvermögen an zu analysierender Substanz sowie gleichbleibender oder höherer mechanischer Stabilität.

**[0027]** Gemäß einer möglichen Ausgestaltung weist die Messkammer mehrere Paare von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern auf. Somit sind gleichzeitig oder nacheinander unterschiedliche optische Messverfahren durchführbar.

**[0028]** Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung ist ein Abstand zwischen den zu einem Paar gehörigen Messfenstern verschieden zu einem Abstand zwischen den zu den verbleibenden Paaren gehörigen Messfenstern. Somit sind mittels der Messkammer des einen Reaktionsgefäßes unterschiedliche Schichtdicken realisierbar, welche wiederum die Durchführung unterschiedlicher optischer Messverfahren mittels ein und desselben Reaktionsgefäßes ermöglichen.

**[0029]** In einer Weiterbildung weist die Vorratskammer an einem oberen Ende eine kreisrunde Öffnung auf, welche randseitig von einer Mantelfläche der Vorratskammer begrenzt ist, wobei im Bereich der Öffnung ein die Mantelfläche endseitig und außen-seitig vollständig umlaufender und im Wesentlichen senkrecht zur Mantelfläche verlaufender Steg ausgebildet ist. Die an der Oberseite angeordnete Öffnung ermöglicht dabei in besonders vorteilhafter Weise eine einfache manuelle oder automatisierte Befüllung des Reaktionsbehälters. Der umlaufende Steg dient dabei einerseits zur Stabilisierung der Vorratskammer und andererseits in besonders vorteilhafter Weise zur sicheren Arretierung und Positionierung des Reaktionsbehälters in einer Trägervorrichtung, beispielsweise in einer Vorrichtung zur automatisierten Analyse der Substanz.

**[0030]** Um eine einfache und sichere Einführung des Reaktionsbehälters in eine dazu korrespondierende Öffnung einer solchen Trägervorrichtung zu ermöglichen, verringert sich der Radius des kreisförmigen Querschnitts der Vorratskammer gemäß einer möglichen Weiterbildung von einem oberen Ende zu einem unteren Ende der Vorratskammer.

**[0031]** Um weiterhin auch eine definierte Winkelausrichtung des Reaktionsbehälters in der dazu korrespondierenden Öffnung der Trägervorrichtung und somit eine optimale Ausrichtung des Reaktionsbehälters bei der optischen Untersuchung zu ermöglichen, ist gemäß einer möglichen Ausgestaltung an einer Außenseite der Vorratskammer zumindest ein im Wesentlichen senkrecht zu einer kreisrunden oberen Öffnung der Vorratskammer verlaufendes Stegelement ausgebildet, welches insbesondere in einer dazu korrespondierenden Aussparung in einer die Öffnung der Trägervorrichtung begrenzenden Wandung anordbar ist.

**[0032]** Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist das zu Verfügung stehende Volumen der Substanz für die Messung. Bei vielen Anwendungen steht lediglich ein geringes Volumen an Substanz zur Verfügung. Das notwendige Messvolumen ist deshalb bei Füllung einer Messkammer so weit wie möglich zu reduzieren. Messungen mit geringen, aber auch mit höheren Volumen sollten in gleicher Weise möglich sein, ohne speziell ein kleines Volumen auf Grund einer begrenzten Messkammer abtrennen zu müssen. Aus diesem Grund ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung ein Volumen der Vorratskammer mindestens um das 10-fache größer als ein Volumen der Messkammer. Dabei ist zusätzlich auch bei sehr kleinen Volumen für die optische Messung ein einfaches Handling der Substanz im Reaktionsgefäß sichergestellt.

**[0033]** Die erfindungsgemäße Reaktionsgefäßanordnung zur Analyse einer Substanz umfasst meh-

rere miteinander verbundene erfindungsgemäße Reaktionsgefäße oder mögliche Ausgestaltungen oder Weiterbildung dieser. Die somit gebildete Reaktionsgefäßanordnung vereint alle bereits beschriebenen Vorteile des Reaktionsgefäßes und zeichnet sich somit durch besonders Vorteile im Handling, bei der Verwendung in automatisierten Analyseverfahren und bei der Lagerung der Substanz verbunden mit der Eigenschaft der Durchführbarkeit von manuellen oder automatischen optischen Messungen unter optimalen Bedingungen aus. Dabei ist die erfindungsgemäße Reaktionsgefäßanordnung von einer überwiegenden Zahl an Automaten aber auch von manuellem Equipment in Laboren bedienbar und zur optischen Analyse der Substanz, beispielsweise mittels Photolumineszenz- oder Chemilumineszenzverfahren, geeignet. Auch sind die Reaktionsgefäße der Reaktionsgefäßanordnung für einen breiten Einsatz als optische Messküvette, vor allem für Absorptionsmessungen, geeignet, da diese sich durch eine feste, exakt definierte Schichtdicke auszeichnen. Dabei besteht ein günstiges Verhältnis zwischen Füllvolumen und Messvolumen der Substanz.

**[0034]** In einer möglichen Weiterbildung sind die Reaktionsgefäße linear oder bogenförmig nebeneinander angeordnet, dass Normalenrichtungen der an dem oberen Ende der Vorratskammern ausgebildeten kreisrunden Öffnungen jeweils parallel zueinander verlaufen. Somit sind eine einfache Befüllung dieser mit der zu analysierenden Substanz sowie eine einfache Handhabung und Anordnung der Reaktionsgefäßanordnung in der zur Analyse vorgesehen Vorrichtung realisierbar.

**[0035]** Um eine einfache und gleichzeitig effizient durchführbare Verschließbarkeit der einzelnen der Reaktionsgefäße zu ermöglichen, ist an jedem Reaktionsgefäß mittels eines mechanisch flexiblen Verbindungselements ein Deckelelement zum Verschluss einer Öffnung des Reaktionsgefäßes angeordnet oder an einem oder mehreren der Reaktionsgefäße ist mittels eines mechanisch flexiblen Verbindungselements ein Verbund mehrerer Deckelelemente angeordnet, wobei ein Abstand zwischen den im Verbund befindlichen Deckelelementen einem Abstand der Reaktionsgefäße im Bereich der zu verschließenden Öffnung entspricht.

**[0036]** Im dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Analyse einer innerhalb eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes oder möglicher Ausgestaltungen oder Weiterbildungen dieses befindlichen Substanz wird die Substanz innerhalb desselben Reaktionsgefäßes bearbeitet und optisch untersucht. Somit ist kein aufwändiges Umfüllen der zu analysierenden Substanz zwischen den einzelnen Analyseschritten und dem optischen Messverfahren erforderlich, woraus sich neben der Vermeidung von Verlust der Substanz aufgrund eines Verbleibs von Restmengen in

einem Reaktionsgefäß gleichzeitig eine signifikante Zeitverringerung bei der Durchführung der Analyse der Substanz ergibt.

**[0037]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

**[0038]** Dabei zeigen:

**[0039]** Fig. 1 schematisch eine erste Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0040]** Fig. 2 schematisch eine zweite Seitenansicht des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 1,

**[0041]** Fig. 3 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 1,

**[0042]** Fig. 4 schematisch eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0043]** Fig. 5 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 4,

**[0044]** Fig. 6 schematisch eine Seitenansicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0045]** Fig. 7 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 6,

**[0046]** Fig. 8 schematisch eine Seitenansicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0047]** Fig. 9 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 8,

**[0048]** Fig. 10 schematisch eine Seitenansicht eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0049]** Fig. 11 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 10,

**[0050]** Fig. 12 schematisch eine erste Seitenansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes,

**[0051]** Fig. 13 schematisch eine zweite Seitenansicht des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 12,

**[0052]** Fig. 14 schematisch eine Draufsicht auf ein Bodenelement des Reaktionsgefäßes gemäß Fig. 12,

**[0053]** Fig. 15 schematisch eine Seitenansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung,

**[0054]** Fig. 16 schematisch eine Seitenansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung,

**[0055]** Fig. 17 schematisch eine Draufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung, und

**[0056]** Fig. 18 schematisch eine Draufsicht auf ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung.

**[0057]** Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0058]** In den Fig. 1 bis Fig. 3 ist in verschiedenen Ansichten ein mögliches erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1** zur Analyse einer nicht gezeigten Substanz, insbesondere einer Flüssigkeit oder eines Gases, dargestellt. Derartige Analysen werden beispielsweise bei der Untersuchung von Nukleinsäuren, d. h. bei so genannten DNA-Untersuchungen, durchgeführt, wobei hierzu zunächst die Nukleinsäure aus der Substanz extrahiert wird und anschließend mittels eines optischen Messverfahrens, beispielsweise eines spektroskopischen Verfahrens, optisch vermessen wird.

**[0059]** Das Reaktionsgefäß **1** umfasst eine Vorratskammer **2** und eine Messkammer **3**, wobei die Vorratskammer **2** und die Messkammer **3** in einem Übergangsbereich UB miteinander verbunden und zur Aufnahme der Substanz vorgesehen sind. Das Reaktionsgefäß **1** ist dabei aus einem transparenten Material, insbesondere einem transparenten Kunststoff, gebildet und wird beispielsweise in einem Spritzgussverfahren hergestellt. Bei dem Kunststoff handelt es sich beispielsweise um ein technisches Polymer, welches insbesondere aus der Gruppe der so genannten Cyclo-Olefin-Copolymere, kurz auch mit "COC" bezeichnet, stammt.

**[0060]** Dabei weist die Vorratskammer **2** einen kreisförmigen Querschnitt an einem oberen Ende eine kreisrunde Öffnung O auf, welche randseitig von einer Mantelfläche der Vorratskammer **2** begrenzt ist. Im Bereich der Öffnung O ist ein die Mantelfläche endseitig und außenseitig vollständig umlaufender und im Wesentlichen senkrecht zur Mantelfläche verlaufender Steg **4** ausgebildet, welcher insbesondere zur Arretierung und Positionierung des Reaktionsgefäßes **1** in einer nicht gezeigten Vorrichtung zur automatischen und/oder manuellen Analyse der Substanz dient.

**[0061]** Weiterhin sind an einer Außenseite der Vorratskammer **2** zwei sich gegenüberliegende und im Wesentlichen senkrecht zur kreisrunden oberen Öffnung **O** verlaufendes Stegelemente **5, 6**, welche zur Arretierung des Reaktionsgefäßes **1** in einer nicht gezeigten dazu korrespondierenden Aussparung in einer eine Öffnung der Vorrichtung begrenzenden Wandung vorgesehen sind.

**[0062]** Um eine einfache Positionierung des Reaktionsgefäßes **1** in einer solchen Vorrichtung zu ermöglichen, verringert sich der Radius des kreisförmigen Querschnitts der Vorratskammer **2** von dessen oberen Ende zu einem unteren Ende der Vorratskammer **2**.

**[0063]** In dem Übergangsbereich **UB** verringert sich der Radius weiter und der Querschnitt geht von der kreisrunden Form allmählich in eine rechteckige Form über, so dass sich die Messkammer **3** mit zwei Paaren von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern **F1, F2; F3, F4** ausbildet. Dabei ist ein Abstand **A1** zwischen den zu einem Paar gehörigen Messfenstern **F1, F2; F3, F4** verschieden zu einem Abstand **A2** zwischen den zu dem verbleibenden Paar gehörigen Messfenstern **F1, F2; F3, F4**.

**[0064]** Somit sind im Bereich der Messkammer **3** optische Untersuchungen der Substanz, insbesondere Vermessungen der Substanz in spektroskopischen Verfahren möglich. Hierzu weist der Kunststoff des Reaktionsgefäßes **1** insbesondere hohe Transparenz im sichtbaren, infraroten aber auch im ultravioletten Wellenlängenbereich von insbesondere 200 nm bis 300 nm auf. Die optische Vermessung der Substanz mit Licht im ultravioletten Wellenlängenbereich erfolgt insbesondere bei Reinheitsmessungen.

**[0065]** Mittels dieser optischen Messungen werden unter anderem Absorptions- und Fluoreszenzeffekte der jeweiligen Substanz erfasst und ausgewertet. Aufgrund der senkrechten Anordnung der zu unterschiedlichen Paaren gehörenden Messfenster **F1, F2; F3, F4** ist es in besonders vorteilhafter Weise möglich, durch die Fluoreszenz erzeugtes Licht an einem im Winkel von 90° zu eingestrahlttem Licht angeordneten Messfenster **F1, F2; F3, F4** zu erfassen und somit den Einfluss des eingestrahltten Lichts und eine daraus folgende Blendung bei der Messung zu minimieren.

**[0066]** Ein Volumen der Vorratskammer **2** ist dabei mindestens um das 10-fache größer als ein Volumen der Messkammer **3**. Beispielsweise weist die Vorratskammer **2** ein Volumen von mehr als 100 µl, beispielsweise 200 µl bis 2000 µl auf. Somit ist es möglich, das Messkammervolumen mit kleinen in das Reaktionsgefäß **1** eingefüllten Volumen bereits ausgefüllt ist und unabhängig von der Gesamtfüllmenge im

Reaktionsgefäß **1** eine optische Messung der Substanz immer unter den gleichen Bedingungen erreicht werden kann.

**[0067]** Das Reaktionsgefäß **1** ermöglicht in besonders vorteilhafter Weise die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wobei zur Analyse der innerhalb des Reaktionsgefäßes **1** befindlichen Substanz diese Substanz innerhalb desselben Reaktionsgefäßes **1** bearbeitet und optisch untersucht werden kann. Das heißt beim Beispiel bei der Untersuchung von Nukleinsäuren, dass zunächst die Nukleinsäure in einer entsprechenden aus der in dem Reaktionsgefäß **1** befindlichen Substanz extrahiert wird und anschließend im gleichen Reaktionsgefäß mittels des spektroskopischen Verfahrens optisch vermessen wird.

**[0068]** Die **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen in verschiedenen Ansichten ein mögliches zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1**. Im Unterschied zu dem in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist die Messkammer **3** zwei Paare von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern **F1, F2; F3, F4** auf, wobei die Abstände **A1** und **A2** gleich sind.

**[0069]** In den **Fig. 6** und **Fig. 7** ist in verschiedenen Ansichten ein mögliches drittes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1** dargestellt. Im Unterschied zu dem in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist die Messkammer **3** ein Paar von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern **F1, F2** auf, welche im Randbereich des Querschnitts des Reaktionsgefäßes durch Einschnitte in diesen hergestellt sind.

**[0070]** Die **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen in verschiedenen Ansichten ein mögliches viertes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1** mit einem Paar von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern **F1, F2**, welche im Randbereich des Querschnitts des Reaktionsgefäßes durch Einschnitte in diesen hergestellt sind.

**[0071]** Die **Fig. 10** und **Fig. 11** zeigen in verschiedenen Ansichten ein mögliches fünftes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1**. Im Unterschied zu dem in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist die Messkammer **3** drei Paare von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern **F1, F2; F3, F4; F5, F6** auf.

**[0072]** Dabei verringert sich im Übergangsbereich **UB** der Radius der Vorratskammer **2** und der Querschnitt geht von der kreisrunden Form allmählich in eine sechseckige Form über, so dass sich die Mess-

kammer **3** mit drei Paaren von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern F1, F2; F3, F4; F5, F6 ausgebildet. Dabei ist der Abstand A1 zwischen den zu einem Paar gehörigen Messfenstern F1, F2 verschieden zu den Abständen A2 und A3 zwischen den zu den verbleibenden Paaren gehörigen Messfenstern F3, F4; F5, F6. Somit sind drei verschiedene Schichtdicken mittels der einen Messkammer **3** realisierbar.

**[0073]** Die **Fig. 12** bis **Fig. 14** zeigen in verschiedenen Ansichten ein mögliches sechstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßes **1**. Im Unterschied zu dem in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel, sind an einer Außenseite an einem unteren Ende des Reaktionsgefäßes vier im Wesentlichen senkrecht zu einem am unteren Ende ausgebildeten Bodenelement angeordnete stegförmige Arretierungselemente **7** bis **10** ausgebildet, welche zur Fixierung, Justage und Arretierung des Reaktionsgefäßes **1** in der Vorrichtung zur Durchführung der Analyse dienen.

**[0074]** Die Arretierungselemente **7** bis **10** schließen dabei eine kreuzförmige Struktur ein, welche sich als besonders vorteilhaft bei der Arretierung herausgestellt hat.

**[0075]** Die Arretierungselemente **7** bis **10** sind auch allen anderen erdenklichen, unter den erfindungsgemäßen Gegenstand und nicht unter den erfindungsgemäßen Gegenstand fallenden Gefäßen im Bereich eines Bodenelements zur Arretierung des jeweiligen Gefäßes in einer Vorrichtung anordbar.

**[0076]** Für alle dargestellten Ausführungsbeispiele des Reaktionsgefäßes **1** gilt, dass die Messkammer **3** abweichend von der Darstellung am Bodenbereich alternativ auch im Mantelbereich des Reaktionsgefäßes ausgebildet sein kann. Auch können in nicht näher dargestellter Weise mehrere Messkammern **3** am Bodenbereich und/oder im Mantelbereich ausgebildet sein.

**[0077]** In **Fig. 15** ist ein mögliches erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung **11** dargestellt, wobei sich die Reaktionsgefäßanordnung **11** dadurch auszeichnet, dass diese mehrere miteinander, mittels mechanisch flexibler stegförmiger Elemente **12** verbundene Reaktionsgefäße **1** gemäß des in den **Fig. 1** bis **Fig. 3** dargestellten ersten Ausführungsbeispiels umfasst. In nicht näher dargestellten Weiterbildungen sind auch andere Ausführungen Reaktionsgefäße **1**, beispielsweise die in den **Fig. 4** bis **Fig. 11** dargestellten, zu einer derartigen Reaktionsgefäßanordnung **11** verbindbar.

**[0078]** Dabei sind im dargestellten Ausführungsbeispiel acht der Reaktionsgefäße **1** linear derart neben-

einander angeordnet, dass die Normalenrichtungen der an dem oberen Ende der Vorratskammern **2** ausgebildeten kreisrunden Öffnungen O jeweils parallel zueinander verlaufen. Das heißt, auch die Messkammern **3** der einzelnen Reaktionsgefäße **1** sind parallel zueinander angeordnet. Die Anzahl der aneinander gereihten Reaktionsgefäße **1** kann jedoch auch beliebig gewählt werden.

**[0079]** Diese Anzahl von acht zu der Reaktionsgefäßanordnung **11** zusammengefassten Reaktionsgefäßen **1** findet häufig in der Praxis Anwendung, insbesondere in Automaten für so genanntes "liquid handling", aber auch in manuellen Analyseverfahren. Auch die Anzahl von zwölf zu einer Reaktionsgefäßanordnung **11** zusammengefassten Reaktionsgefäßen **1** findet häufig Anwendung, so dass auch diese Anzahl eine bevorzugte darstellt.

**[0080]** Ein Abstand der Reaktionsgefäße **1** von einem Mittelpunkt einer jeweiligen Öffnung O zu einem Mittelpunkt O einer Öffnung eines benachbarten Reaktionsgefäßes **1** beträgt beispielsweise 9 mm.

**[0081]** Die mechanisch flexiblen und stegförmigen Elemente **12** sind insbesondere derart ausgebildet, dass einzelne oder mehrere Reaktionsgefäße **1** von der restlichen Reaktionsgefäßanordnung **11** getrennt werden können. Hierzu können in nicht näher dargestellter Weise in den stegförmigen Elemente **12** oder zwischen diesen und den jeweiligen Reaktionsgefäßen **1** Sollbruchstellen vorgesehen sein.

**[0082]** In **Fig. 16** ist ein mögliches zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung **11** dargestellt, wobei sich das zweite Ausführungsbeispiel dadurch vom in **Fig. 15** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel unterscheidet, dass diese mehrere miteinander, mittels mechanisch flexibler stegförmiger Elemente **12** verbundene Reaktionsgefäße **1** gemäß des in den **Fig. 12** und **Fig. 13** dargestellten sechsten Ausführungsbeispiels umfasst.

**[0083]** **Fig. 17** zeigt ein mögliches drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung **11** in einer Draufsicht. Im Unterschied zu dem in **Fig. 15** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist an jedem Reaktionsgefäß **1** mittels eines mechanisch flexiblen, insbesondere laschenförmig ausgebildeten, Verbindungselements **13** ein Deckelement **14** zum Verschluss der Öffnung O des Reaktionsgefäßes **1** angeordnet. Somit ist jedes Reaktionsgefäß **1** der Reaktionsgefäßanordnung **11** separat mittels eines Deckelements **14** verschließbar. Dieser Verschluss ist aufgrund der kreisrunden Ausprägung der Vorratskammer **2** und daraus folgend der Öffnung O und des Deckelements **14** besonders einfach und sicher durchführbar.

**[0084]** In Fig. 18 ist ein mögliches viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Reaktionsgefäßanordnung **11** in einer Draufsicht dargestellt. Im Unterschied zu dem in Fig. 16 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist an den zwei äußeren Reaktionsgefäßen **1** der Reaktionsgefäßanordnung jeweils ein, mittels eines mechanisch flexiblen, insbesondere laschenförmig ausgebildeten, Verbindungselements **13** mit dem jeweiligen Reaktionsgefäß **1** verbundener Verbund **15** von jeweils vier Deckelelementen **14** angeordnet. Dabei sind zwischen den einzelnen Deckelelementen **14** angeordnete stegförmige Elemente **16** jeweils derart ausgebildet, dass ein Abstand zwischen den im Verbund befindlichen Deckelelementen **14** dem Abstand der Reaktionsgefäße **1** im Bereich der zu verschließenden Öffnung O, d. h. beispielsweise 9 mm, entspricht. Somit sind die Öffnungen O besonders einfach verschließbar.

**[0085]** Die stegförmigen Elemente **16** sind weiterhin insbesondere analog zu den zwischen den Reaktionsgefäßen **1** angeordneten stegförmigen Elementen **12** ausgebildet, so dass einzelne oder mehrere Deckelelemente **14** vom restlichen Verbund **15** getrennt werden können. Hierzu sind in nicht näher dargestellter Weise in den stegförmigen Elemente **16** oder zwischen diesen und den jeweiligen Deckelelementen **14** insbesondere Sollbruchstellen vorgesehen.

**[0086]** In nicht näher dargestellter Weise können die Deckelelement **14** einzeln oder als Verbund **15** von Deckelelementen **14** getrennt von der Reaktionsgefäßanordnung **11** vorliegen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Reaktionsgefäß
<b>2</b>	Vorratskammer
<b>3</b>	Messkammer
<b>4</b>	Steg
<b>5</b>	Stegelement
<b>6</b>	Stegelement
<b>7</b>	Arretierungselement
<b>8</b>	Arretierungselement
<b>9</b>	Arretierungselement
<b>10</b>	Arretierungselement
<b>11</b>	Reaktionsgefäßanordnung
<b>12</b>	Element
<b>13</b>	Verbindungselement
<b>14</b>	Deckelelement
<b>15</b>	Verbund
<b>16</b>	Element
<b>A1</b>	Abstand
<b>A2</b>	Abstand
<b>A3</b>	Abstand
<b>F1</b>	Messfenster
<b>F2</b>	Messfenster
<b>F3</b>	Messfenster
<b>F4</b>	Messfenster

<b>F5</b>	Messfenster
<b>F6</b>	Messfenster
<b>O</b>	Öffnung
<b>UB</b>	Übergangsbereich

#### Patentansprüche

1. Reaktionsgefäß (**1**) zur Analyse einer Substanz, umfassend eine Vorratskammer (**2**) und zumindest eine Messkammer (**3**), wobei die Vorratskammer (**2**) und die Messkammer (**3**) in einem Übergangsbereich (UB) miteinander verbunden und zur Aufnahme der Substanz vorgesehen sind, wobei die Messkammer (**3**) zumindest zwei einander gegenüberliegende, planparallele und aus einem lichtdurchlässigen Material gebildete Messfenster (F1, F2; F3, F4; F5, F6) aufweist wobei die Vorratskammer (**2**) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Außenseite an einem unteren Ende zumindest ein im Wesentlichen senkrecht zu einem am unteren Ende ausgebildeten Bodenelement angeordnetes stegförmiges Arretierungselement (**7** bis **10**) ausgebildet ist.

2. Reaktionsgefäß (**1**) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messkammer (**3**) mehrere Paare von jeweils zwei sich gegenüberliegenden und planparallelen Messfenstern (F1, F2; F3, F4; F5, F6) aufweist.

3. Reaktionsgefäß (**1**) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Abstand (A1, A2, A3) zwischen den zu einem Paar gehörigen Messfenstern (F1, F2; F3, F4; F5, F6) verschieden zu einem Abstand (A2, A3, A1) zwischen den zu den verbleibenden Paaren gehörigen Messfenstern (F3, F4; F5, F6, F1, F2) ist.

4. Reaktionsgefäß (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorratskammer (**2**) an einem oberen Ende eine kreisrunde Öffnung (O) aufweist, welche randseitig von einer Mantelfläche der Vorratskammer (**2**) begrenzt ist, wobei im Bereich der Öffnung (O) ein die Mantelfläche endseitig und außenseitig vollständig umlaufender und im Wesentlichen senkrecht zur Mantelfläche verlaufender Steg (**4**) ausgebildet ist.

5. Reaktionsgefäß (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Radius des kreisförmigen Querschnitts der Vorratskammer (**2**) von einem oberen Ende zu einem unteren Ende der Vorratskammer verringert.

6. Reaktionsgefäß (**1**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Außenseite der Vorratskammer (**2**) zumindest ein im Wesentlichen senkrecht zu einer kreisrunden oberen Öffnung (O) der Vorratskammer (**2**) verlaufendes Stegelement (**5**, **6**) ausgebildet ist.

7. Reaktionsgefäß (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Volumen der Vorratskammer (2) mindestens um das 10-fache größer als ein Volumen der Messkammer (3) ist.

8. Reaktionsgefäßanordnung (11) zur Analyse einer Substanz, umfassend mehrere miteinander verbundene Reaktionsgefäße (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

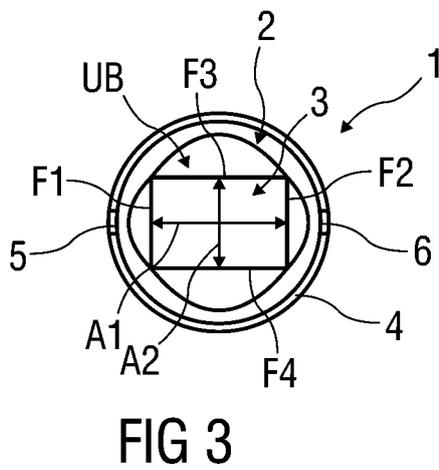
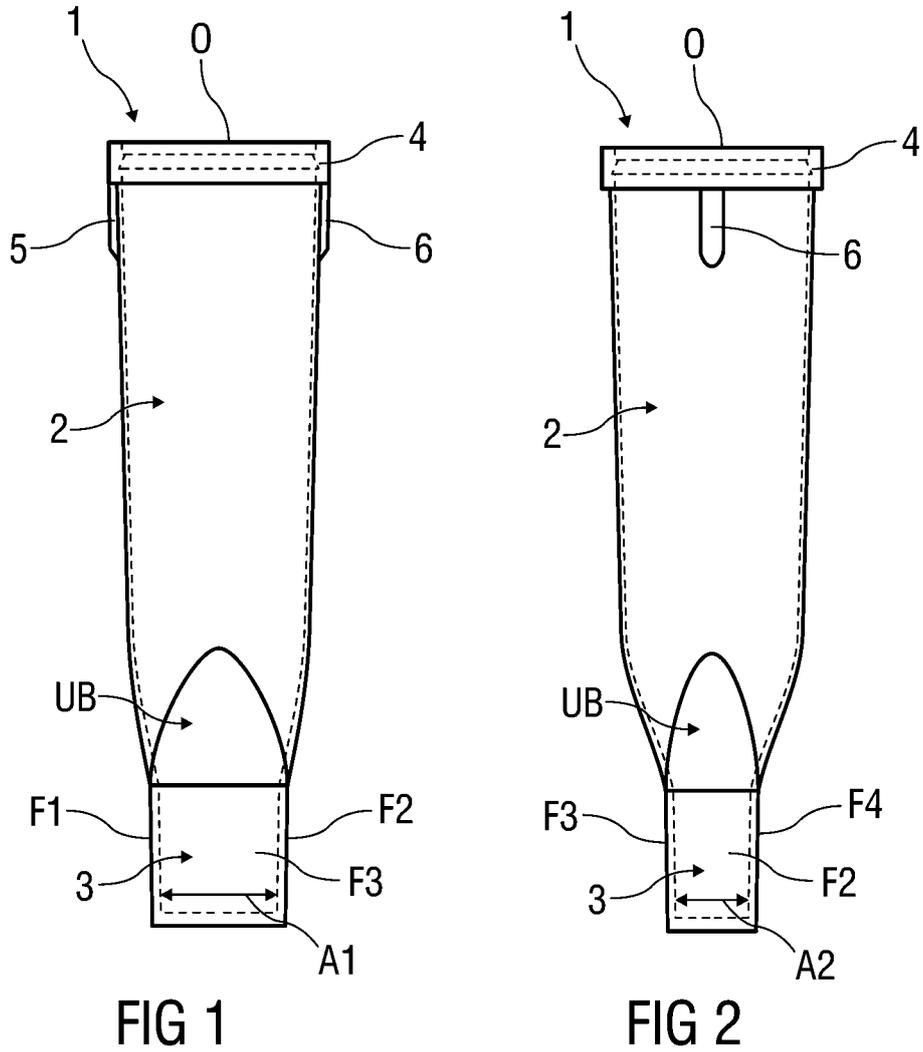
9. Reaktionsgefäßanordnung (11) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reaktionsgefäße (1) linear oder bogenförmig derart nebeneinander angeordnet sind, dass Normalenrichtungen der an dem oberen Ende der Vorratskammern (2) ausgebildeten kreisrunden Öffnungen (O) jeweils parallel zueinander verlaufen.

10. Reaktionsgefäßanordnung (11) nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**,  
– dass an jedem Reaktionsgefäß (1) mittels eines mechanisch flexiblen Verbindungselements (13) ein Deckelement (14) zum Verschluss einer Öffnung (O) des Reaktionsgefäßes (1) angeordnet ist und/oder  
– dass an einem oder mehreren der Reaktionsgefäße (1) mittels eines mechanisch flexiblen Verbindungselements (13) ein Verbund (15) mehrerer Deckelemente (14) angeordnet ist, wobei ein Abstand zwischen den im Verbund (15) befindlichen Deckelementen (14) einem Abstand der Reaktionsgefäße (1) im Bereich der zu verschließenden Öffnung (O) entspricht.

11. Verfahren zur Analyse einer innerhalb eines Reaktionsgefäßes (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 befindlichen Substanz, wobei die Substanz innerhalb desselben Reaktionsgefäßes (1) bearbeitet und optisch untersucht wird.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



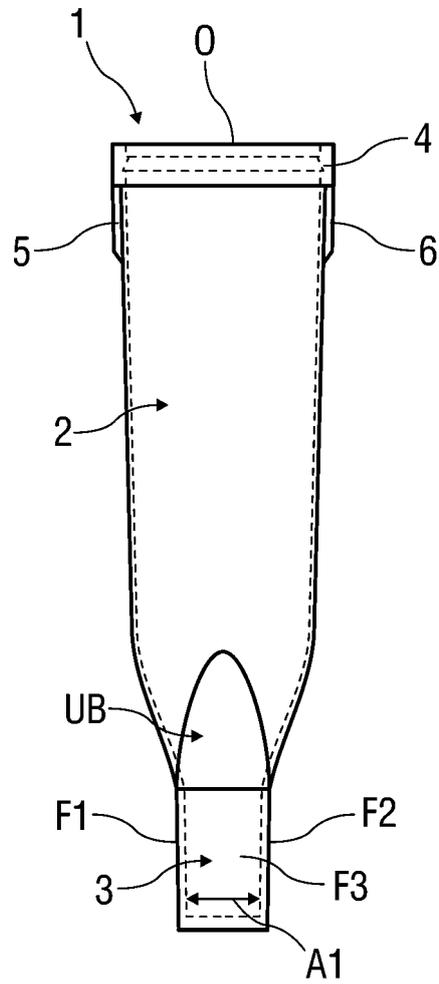


FIG 4

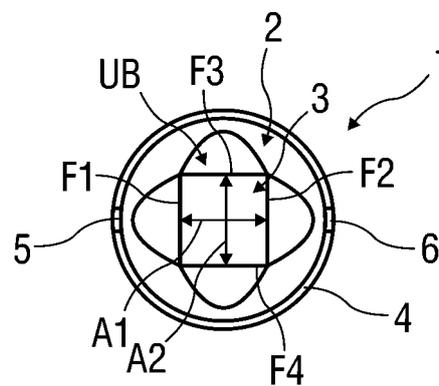


FIG 5

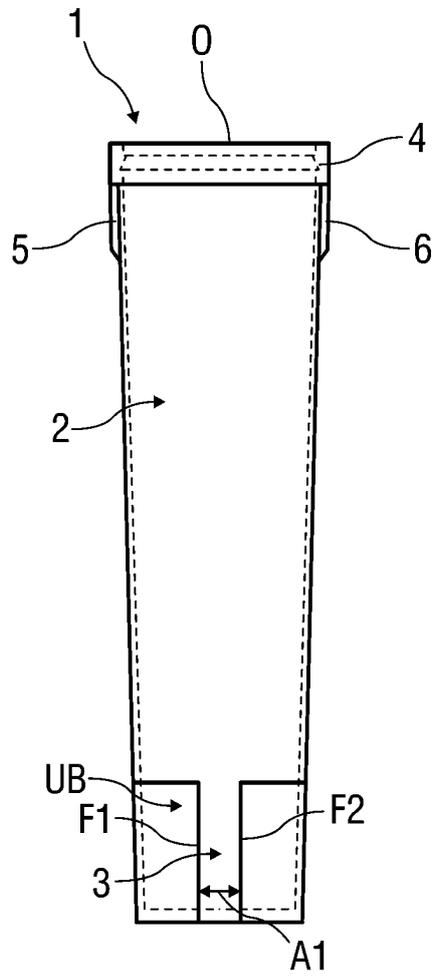


FIG 6

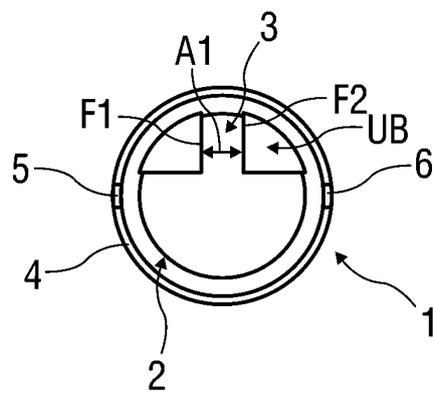


FIG 7

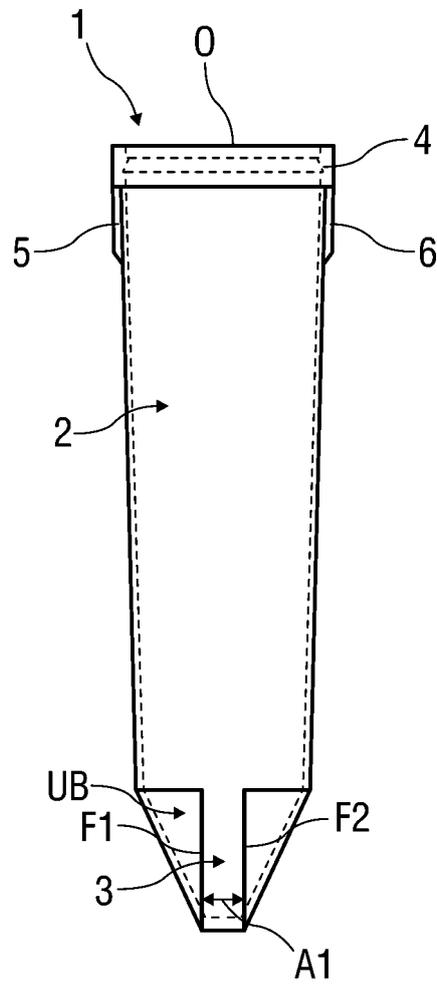


FIG 8

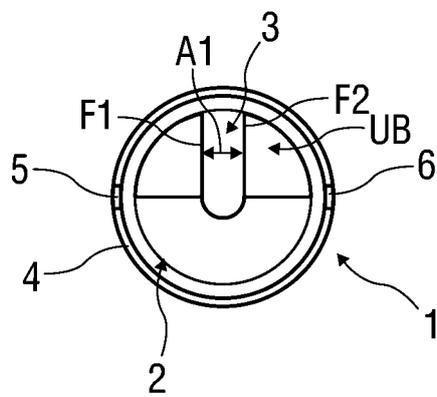


FIG 9

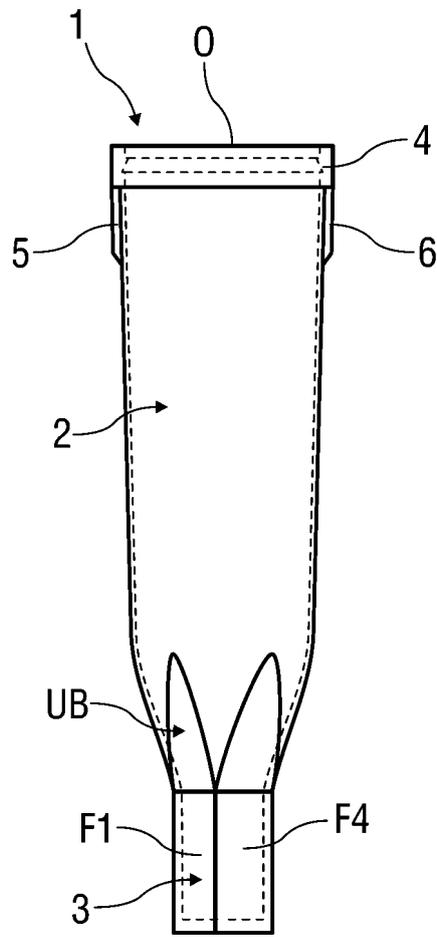


FIG 10

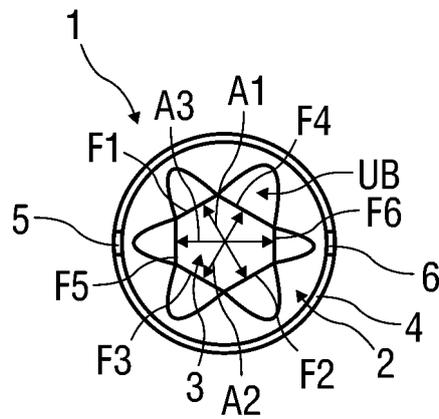


FIG 11

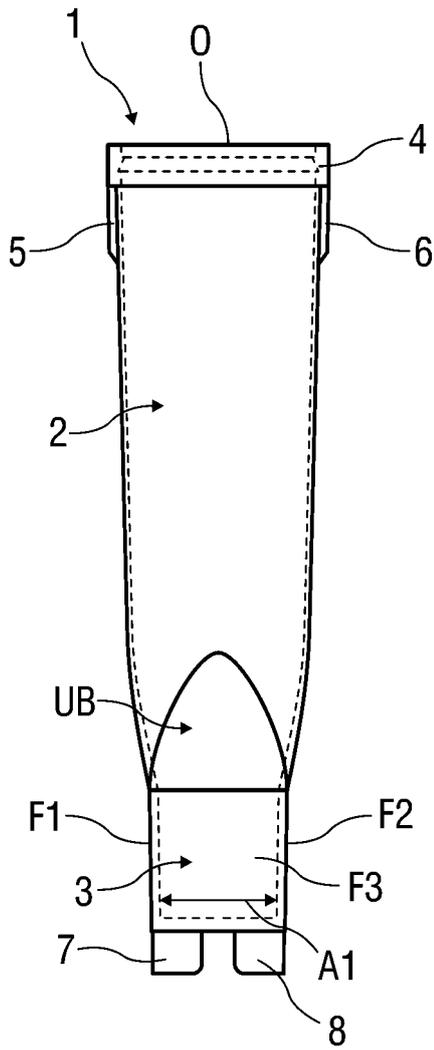


FIG 12

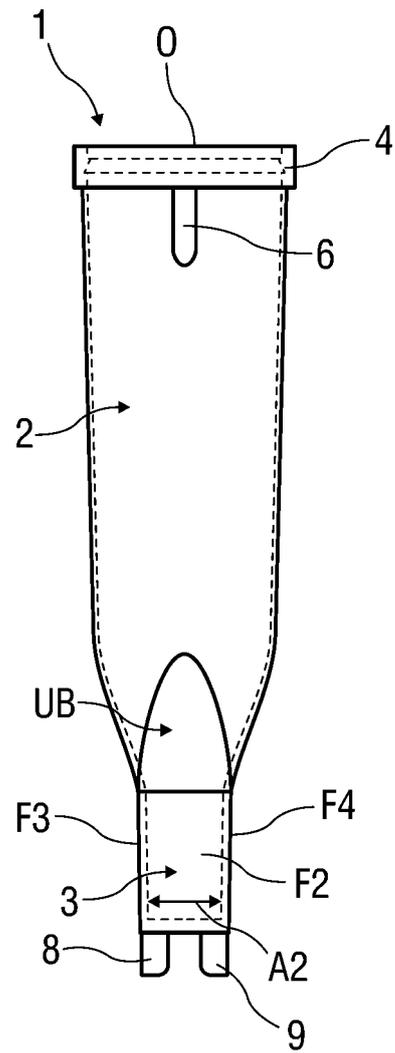


FIG 13

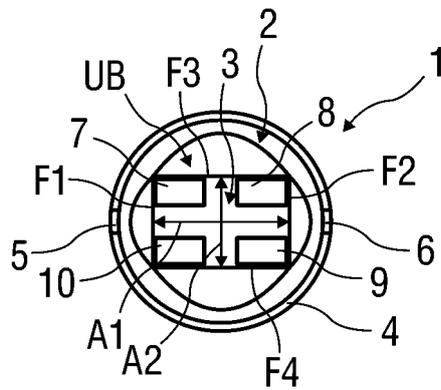


FIG 14

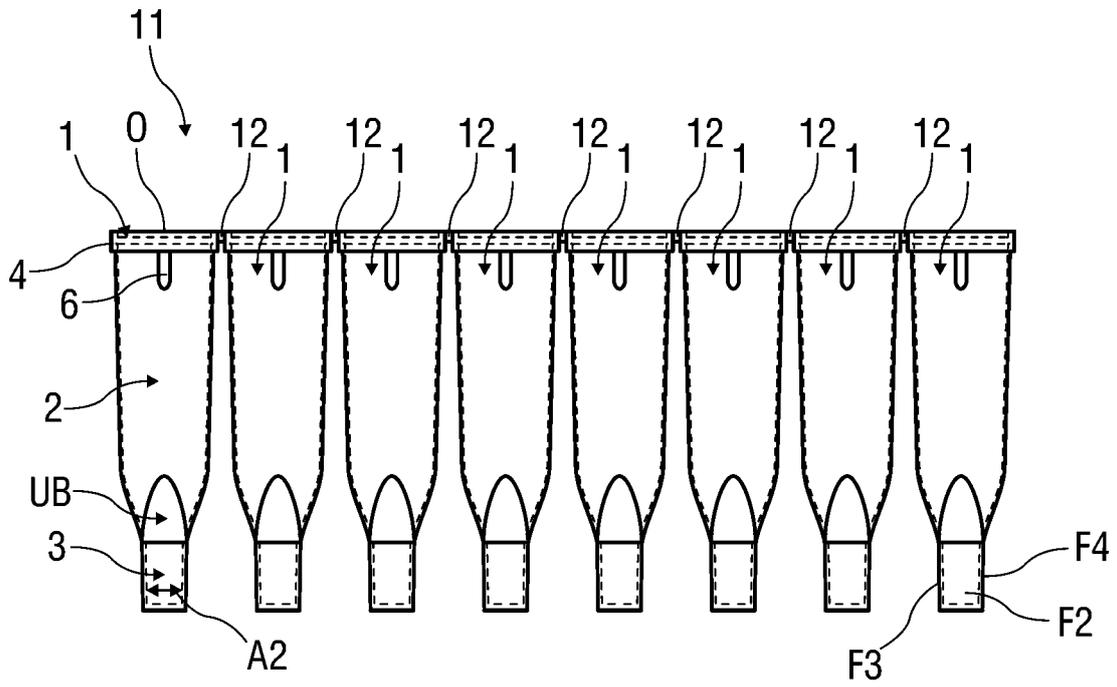


FIG 15

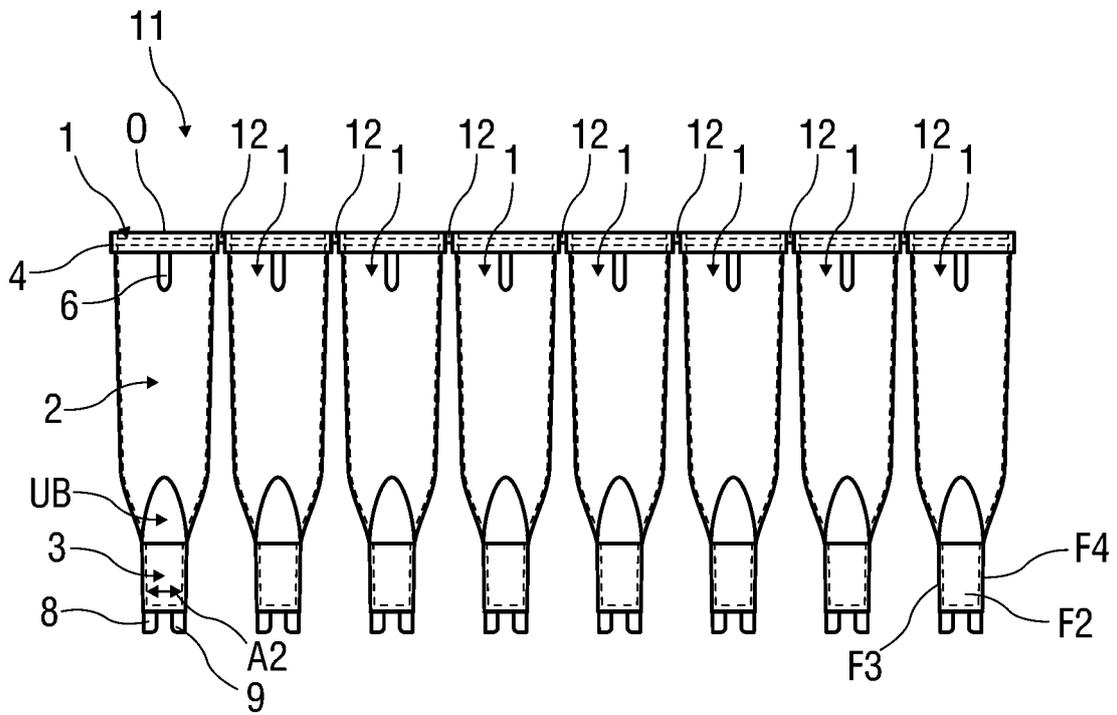


FIG 16

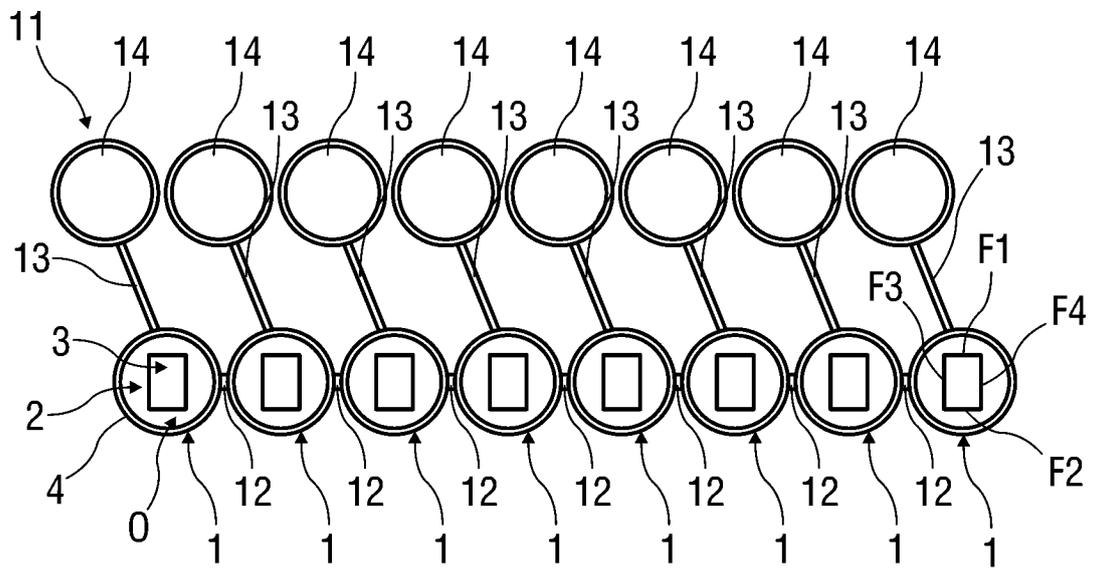


FIG 17

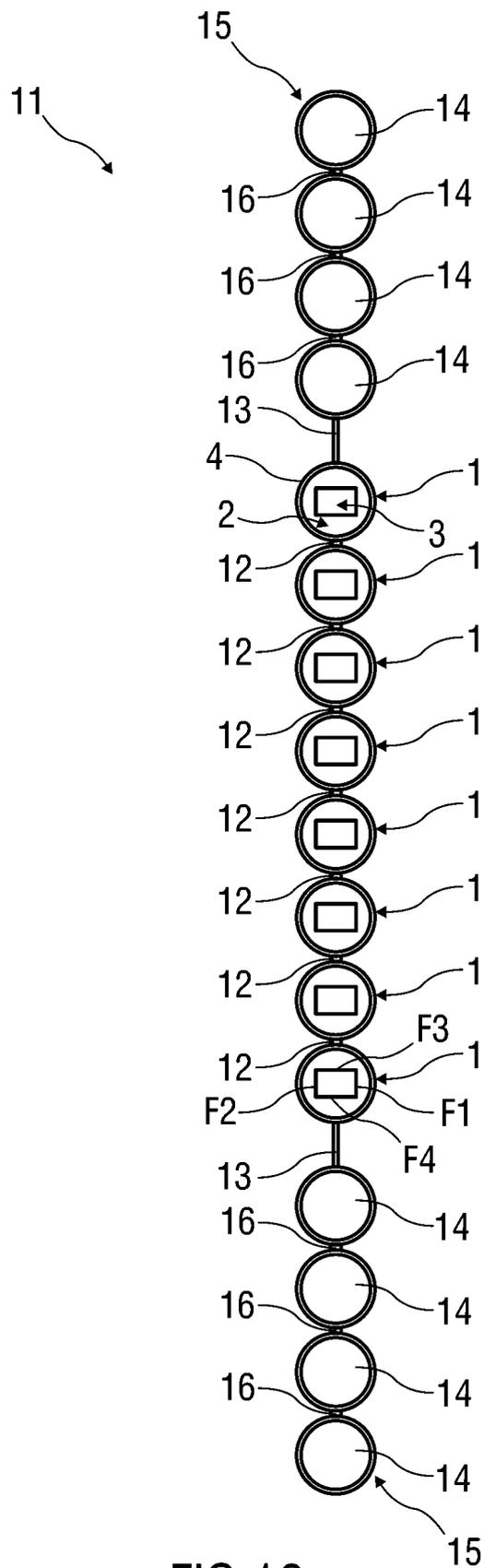


FIG 18