

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Dezember 2016 (08.12.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/193149 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B01D 29/09 (2006.01) *B01D 33/048* (2006.01)
B01J 8/10 (2006.01) *B01D 46/00* (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/062012
- (22) **Internationales Anmeldedatum:** 27. Mai 2016 (27.05.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
102015108860.6 3. Juni 2015 (03.06.2015) DE
- (71) **Anmelder:** **THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE). **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).
- (72) **Erfinder:** **BENJE, Michael**; Walter-Kollo-Str. 5, 65812 Bad Soden (DE).
- (74) **Anwalt:** **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:**
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT MATERIAL EXCHANGE PROCESSES, MATERIAL SEPARATION PROCESSES, AND/OR REACTIONS WITH THE INVOLVEMENT OF AT LEAST ONE STATIONARY AND AT LEAST ONE MOBILE PHASE

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG VON STOFFAUSTAUSCHVORGÄNGEN, STOFFTRENNVORGÄNGEN UND/ODER REAKTIONEN UNTER BETEILIGUNG MINDESTENS EINER STATIONÄREN UND MINDESTENS EINER MOBILEN PHASE

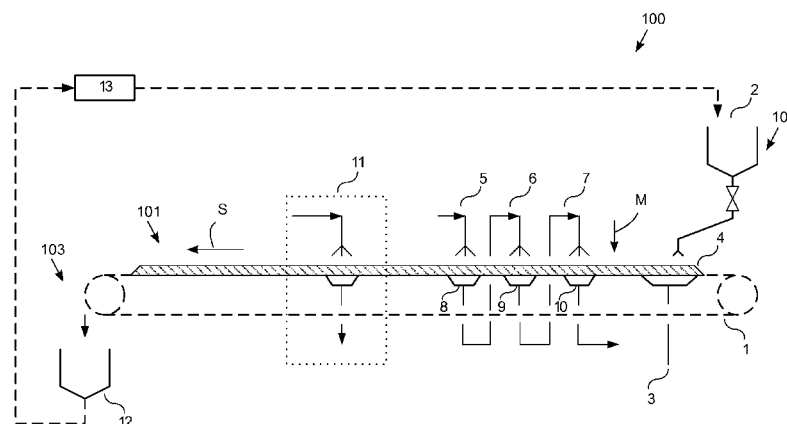


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a device for carrying out material exchange processes, material separation processes, and/or reactions with the involvement of at least one stationary phase (4, 4', 4'') and at least one mobile phase which can be conducted in a flow direction (M). The device is designed such that the stationary phase (4, 4', 4'') can be moved transversely to the flow direction (M) of the mobile phase. The invention further relates to a method for carrying out material exchange processes, material separation processes, and/or reactions with the involvement of at least one stationary phase (4, 4', 4'') and at least one mobile phase flowing in a flow direction (M), wherein the stationary phase (4, 4', 4'') is moved transversely to the flow direction (M) of the mobile phase.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/193149 A1



Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen, Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären Phase (4, 4', 4'') und mindestens einer in einer Strömungsrichtung (M) leitbaren mobilen Phase, die derart ausgebildet ist, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') quer zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase bewegbar ist. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen, Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären Phase (4, 4', 4'') und mindestens einer in einer Strömungsrichtung (M) strömenden mobilen Phase, wobei die stationäre Phase (4, 4', 4'') quer zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase bewegt wird.

**Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen,
Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen**

5 unter Beteiligung mindestens einer stationären und mindestens einer mobilen Phase

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen,
Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären
10 Phase und mindestens einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen,
Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären
Phase und mindestens einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase.

15

Stand der Technik

Zur Durchführung von Verfahren, bei denen eine stationäre Phase von einer mobilen Phase
durchströmt wird, werden üblicherweise Vorrichtungen verwendet, in welchen die stationäre
20 Phase in einem Festbett vorgehalten wird. Die mobile Phase kann in gasförmiger oder
flüssiger Form vorliegen und wird in einer vorgegebenen Strömungsrichtung durch die
stationäre Phase geleitet.

Beispielsweise werden bei Verfahren zur Abtrennung gelöster Komponenten aus Lösungen
25 (hierzu zählen beispielsweise der Ionenaustausch sowie die Adsorption gelöster
Komponenten an ein geeignetes festes Adsorbens wie Aktivkohle) oder aber bei Verfahren,
bei denen gelöste Komponenten an einem festen Katalysator unter Bildung eines ebenfalls
gelösten Reaktionsprodukts reagieren, mehrere Adsorptions- oder Reaktionsbehälter mit
jeweils einem Festbett vorgehalten. Die einzelnen Reaktionsbehälter werden wechselweise
30 regeneriert bzw. konditioniert, um eine semi-kontinuierliche Arbeitsweise zu ermöglichen.
Dies hat zur Folge, dass meist ein Vielfaches des eigentlich für den Stoffaustausch oder die
Reaktion erforderlichen Bettvolumens vorgehalten werden muss, wodurch sich der
technische und wirtschaftliche Aufwand zur Erstellung und Unterhaltung einer
entsprechenden Vorrichtung erhöht.

35

Zudem kann es bei Verwendung bestimmter, bei Benetzung stark quellender oder gelartiger
Adsorbentien oder Katalysatoren zu einer starken Erhöhung des Druckverlusts über das Bett
der stationären Phase kommen. Der auftretende Druckverlust kann so hoch sein, dass die

Verwendung der stationären Phase als Festbett bzw. als Schüttung in einem Behälter nicht möglich ist.

Offenbarung der Erfindung

5

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben, die eine kontinuierliche Arbeitsweise mit einer möglichst geringen Menge an stationäre Phase ermöglichen, bei welcher infolge der Benetzung mit der mobilen Phase ein durch Quellungsvorgänge bedingter großer Druckverlust zu befürchten ist.

10

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen, Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären Phase und mindestens einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase, die derart ausgebildet ist, dass die stationäre Phase quer zur

15 Strömungsrichtung der mobilen Phase bewegbar ist.

Die Verwendung der Begriffe „stationäre Phase“ und „mobile Phase“ im Folgenden bedeutet, dass es sich jeweils um mindestens eine stationäre Phase bzw. mindestens eine mobile Phase handelt. Die Verwendung der Begriffe „Stoffaustauschvorgang“ oder „Reaktion“ im
20 Folgenden bedeutet, dass es sich jeweils um mindestens einen Stoffaustauschvorgang bzw. mindestens eine Reaktion handelt.

Erfindungsgemäß wird die stationäre Phase quer zur Strömungsrichtung der mobilen Phase bewegt, sodass die mobile Phase mit wechselnden Bereichen der stationären Phase in
25 Kontakt kommt. Durch die Bewegung der stationären Phase gegenüber der Strömung der mobilen Phase ist es möglich, in dem Wechselwirkungsbereich, in welchem die mobile Phase in Wechselwirkung mit der stationären Phase gerät, kontinuierlich einen regenerierten und/oder in anderer Weise konditionierten Abschnitt der stationären Phase zur Verfügung zu stellen. Nach der Wechselwirkung mit der mobilen Phase kann der entsprechende Abschnitt
30 der stationären Phase aus dem Wechselwirkungsbereich verbracht und einem weiteren Arbeitsschritt, beispielsweise einer Adsorption, Desorption oder Reaktion, unterworfen und/oder regeneriert werden. Bei dieser Verfahrensweise kann die Schichtdicke der von der mobilen Phase zu durchströmenden oder zu benetzenden stationären Phase im Vergleich zu
35 Verfahren, bei denen die stationäre Phase als Festbett in einem Behälter vorliegt, sehr gering sein. Daher können auch stark quellende, gelartige, feinkörnige oder auf andere Weise aufgrund ihres physikalischen Verhaltens zu hohen Druckverlusten über das Festbett führende Substanzen als stationäre Phase verwendet werden.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine kontinuierliche und/oder getaktete Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren
5 mobilen Phase möglich.

Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Vorrichtung derart ausgebildet, dass die stationäre Phase von der mobilen Phase durchströmbar ist. Die mobile Phase kann somit in der Strömungsrichtung durch die stationäre Phase geleitet werden.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die stationäre Phase orthogonal zur Strömungsrichtung der mobilen Phase bewegbar. Besonders bevorzugt verläuft die Strömungsrichtung der mobilen Phase vertikal, insbesondere von oben nach unten, und die stationäre Phase wird in horizontaler Richtung bewegt, so dass es möglich ist, die mobile
15 Phase der stationären Phase über eine Zuführeinrichtung zuzuführen und über eine vertikal unterhalb der Zuführvorrichtung angeordnete Abführeinrichtung abzuführen. Die mobile Phase kann über eine Zuführvorrichtung zugeführt werden, die nach Art einer Sprühvorrichtung ausgebildet ist. Die Erfindung ist jedoch nicht hierauf beschränkt. Es können auch andere geeignete Vorrichtungen zur Flüssigkeitsverteilung verwendet werden.

20 Zum Abführen der mobilen Phase kann die Vorrichtung eine Abführeinrichtung umfassen, die als Vakuum-Abführeinrichtung ausgebildet ist, so dass die mobile Phase über einen Unterdruck abgesaugt werden kann.

Vorteilhafterweise umfasst die Vorrichtung eine Transporteinrichtung zur Bewegung der
25 stationären Phase, welche ein endlos umlaufendes Transportmedium, insbesondere ein Transportband und/oder eine Transporttrommel, aufweist. Über die Transporteinrichtung kann die stationäre Phase linear und/oder entlang eines Kreisbogens bewegt werden. Durch das endlos umlaufende Transportmedium kann die Transporteinrichtung kontinuierlich zum Transport der stationären Phase verwendet werden. Die Transporteinrichtung ist bevorzugt
30 derart ausgestaltet, dass die stationäre Phase kontinuierlich oder schrittweise bewegbar ist.

In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, wenn das Transportmedium ein Filtrationsmedium, insbesondere ein Filtertuch, ist. Die mobile Phase kann durch das als Filtrationsmedium ausgebildete Transportmedium hindurchgeleitet werden. Insofern kann
35 verhindert werden, dass sich die mobile Phase auf dem Transportmedium ansammelt und/oder entlang dem Transportmedium abfließt. Durch das Filtrationsmedium können Komponenten zurückgehalten werden, die aus der mobilen Phase abgetrennt werden. Diese

abgetrennten Komponenten können zusammen mit der stationären Phase über das Transportmedium abgeführt werden. Als Transporteinrichtung für die stationäre Phase kann beispielweise ein Bandfilter oder ein Trommelfilter, insbesondere ein Vakuum-Bandfilter oder ein Vakuum-Trommelfilter oder ein Druck-Trommelfilter, verwendet werden.

5

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die erfindungsgemäße Vorrichtung derart ausgebildet, dass die mobile Phase so auf die stationäre Phase aufgebbar ist, dass die stationäre Phase nicht von der mobilen Phase durchströmt, sondern von dieser lediglich benetzt wird. Die stationäre Phase wird bevorzugt vollständig benetzt. Vollständige

10 Benetzung im Sinne der Erfindung bedeutet, dass die stationäre Phase vollständig mit Flüssigkeit beladen wird, wobei die Beladungskapazität der stationären Phase gleich der Summe der durch die Partikelporosität und der durch die Schüttporosität der stationären Phase entstehenden Flüssigkeits-Aufnahmekapazitäten ist.

15 Vorteilhaft ist es ferner, wenn unterhalb des Transportmediums ein flüssigkeitsundurchlässiges Medium, beispielsweise ein Blech oder eine Polymerplatte definierter Länge in Laufrichtung der stationären Phase so angeordnet ist, dass aus der benetzten stationären Phase keine oder nur wenig Flüssigkeit ablaufen kann. Durch geeignete Wahl der Länge des flüssigkeitsundurchlässigen Mediums und der

20 Laufgeschwindigkeit des Transportmediums kann eine definierte Verweilzeit der mobilen Phase auf der stationären Phase eingestellt werden, bevor die mobile Phase durch ein Vakuum oder durch Gasdruck von der stationären Phase entfernt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung weist die Vorrichtung eine Aufgabeeinrichtung zur
25 Aufgabe der stationären Phase auf das Transportmedium auf. Über die Aufgabeeinrichtung kann eine regenerierte und/oder in sonstiger Weise konditionierte stationäre Phase auf das Transportmedium aufgegeben werden. Bevorzugt ist die Aufgabeeinrichtung in einer Transportrichtung des Transportmediums vor dem Wechselwirkungsbereich vorgesehen, in welchem die stationäre Phase in Wechselwirkung mit der mobilen Phase tritt, so dass die

30 stationäre Phase nach deren Aufgabe auf das Transportband in den Wechselwirkungsbereich verbracht wird. Bevorzugt weist die Aufgabeeinrichtung einen Vorratsbehälter auf, in welchem die stationäre Phase zwischen der Entnahme von der Transporteinrichtung und der Wiederaufgabe auf die Transporteinrichtung zwischengelagert werden kann. Besonders bevorzugt wird die stationäre Phase in Form einer Suspension
35 zwischengelagert.

Vorteilhaft ist es ferner, wenn die Vorrichtung eine Entnahmeeinrichtung zur Entnahme der stationären Phase von dem Transportmedium umfasst. Über die Entnahmeeinrichtung kann die stationäre Phase zur Konditionierung und/oder Regeneration von dem Transportmedium entnommen werden. Bevorzugt ist die Entnahmeeinrichtung in der Transportrichtung des

5 Transportmediums hinter dem Wechselwirkungsbereich angeordnet, so dass die stationäre Phase von dem Transportmedium entnommen werden kann nachdem sie in Wechselwirkung mit der mobilen Phase getreten ist.

Als vorteilhaft hat sich eine Ausgestaltung erwiesen, bei welcher die Vorrichtung derart

10 ausgebildet ist, dass die stationäre Phase mehrfach von der mobilen Phase durchströmbar ist, wodurch die Größe des Wechselwirkungsbereichs erhöht werden kann. Die mobile Phase kann im Kreuzstrom, im Kreuz-Gleichstrom oder im Kreuz-Gegenstrom zu der stationären Phase geführt werden. Bevorzugt weist die Vorrichtung mehrere Zuführeinrichtungen zur Zuführung der mobilen Phase und mehrere Abführeinrichtungen

15 zum Abführen der mobilen Phase auf, die insbesondere in Serie verschaltet sind.

Bevorzugt ist es ferner, wenn die Vorrichtung mehrere Zuführeinrichtungen zum Zuführen verschiedener mobiler Phasen aufweist, so dass die stationäre Phase mit verschiedenen mobilen Phasen beaufschlagt werden kann. Ferner können mehrere Abführeinrichtungen

20 vorgesehen sein, über welche verschiedene mobile Phasen voneinander getrennt abgeführt werden können.

Eine bevorzugte Ausgestaltung sieht vor, dass die Vorrichtung eine erste Transporteinrichtung zum Transport einer ersten stationären Phase, eine zweite

25 Transporteinrichtung zum Transport einer zweiten stationären Phase und eine Transfereinrichtung aufweist, über welche die erste stationäre Phase von der ersten Transporteinrichtung zu der zweiten Transporteinrichtung verbringbar ist und/oder über welche die zweite stationäre Phase von der zweiten Transporteinrichtung zu der ersten Transporteinrichtung verbringbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung eine

30 erste Transporteinrichtung zum Transport einer ersten stationären Phase, eine zweite Transporteinrichtung zum Transport einer zweiten stationären Phase und eine Transfereinrichtung aufweisen, über welche eine mobile Phase zwischen der ersten und der zweiten Transporteinrichtung austauschbar ist.

35 Weitere bevorzugte Ausgestaltungen beinhalten die stoffliche Verschaltung von mehr als zwei erfindungsgemäßen Transportvorrichtungen, wobei diese bezüglich der Führung von stationären und mobilen Phasen in beliebiger Weise verschaltet sein können.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Durchführung von Stoffaustauschvorgängen, Stofftrennvorgängen und/oder Reaktionen unter Beteiligung mindestens einer stationären Phase und mindestens einer in einer Strömungsrichtung
5 strömenden mobilen Phase, wobei die stationäre Phase quer zur Strömungsrichtung der mobilen Phase bewegt wird.

Bei dem Verfahren können dieselben Vorteile erreicht werden, wie es bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben worden ist.

10

Bevorzugt wird die stationäre Phase von der mobilen Phase durchströmt.

Die Erfindung umfasst auch ein Verfahren, bei dem die mobile Phase so auf die stationäre Phase aufgegeben wird, dass letztere nicht von der mobilen Phase durchströmt, sondern
15 von dieser lediglich benetzt wird. Bevorzugt wird die stationäre Phase vollständig benetzt. Vollständige Benetzung im Sinne des erfindungsgemäßen Verfahrens bedeutet, dass die stationäre Phase vollständig mit Flüssigkeit beladen wird, wobei die Beladungskapazität der stationären Phase gleich der Summe der durch die Partikelporosität und der durch die Schüttporosität der stationären Phase entstehenden Flüssigkeits-Aufnahmekapazitäten ist.

20

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahren weist die stationäre Phase mindestens einen der folgenden Bestandteile auf, wobei das erfindungsgemäße Verfahren nicht auf die angeführten Beispiele beschränkt ist: ein Adsorbens, insbesondere Aktivkohle, Aktivkoks, ein oder mehrere Metallhydroxide oder einen natürlichen oder synthetischen
25 Zeolith, einen Katalysator, einen Ionenaustauscher, insbesondere ein Ionenaustauscherharz, ein immobilisiertes Enzym oder ein immobilisierter Antikörper oder einen festen oder an einer geeigneten festen Phase immobilisierten Katalysator. Über eine stationäre Phase mit einem der vorstehenden Bestandteile oder anderen gleichwirkenden Bestandteilen können gelöste Komponenten mittels Adsorption aus einer, insbesondere flüssigen, mobilen Phase
30 abgetrennt und in einem weiteren Arbeitsschritt wieder desorbiert werden. Ebenso können eine oder mehrere gelöste Komponenten an der Oberfläche der stationären Phase chemisch umgesetzt werden. Die stationäre Phase kann als Feststoff oder als Aufschlämmung oder als Gel vorliegen.

35 Als vorteilhaft hat es sich ferner eine Ausgestaltung erwiesen, bei welcher die stationäre Phase in einem Kreislauf geführt wird, so dass die stationäre Phase nachdem sie in Wechselwirkung mit der mobilen Phase getreten ist, regeneriert und/oder konditioniert

werden und nach der Regeneration und/oder Konditionierung wieder in Wechselwirkung mit der mobilen Phase treten kann. Die stationäre Phase kann zwischen der Entnahme von der Transporteinrichtung und der Wiederaufgabe auf die Transporteinrichtung einem oder mehreren Behandlungsschritten unterzogen werden. Ein Behandlungsschritt kann die

5 Behandlung mit einer Säure und/oder mit einer Base umfassen. Ein Behandlungsschritt kann eine thermische Behandlung umfassen. Ein Behandlungsschritt kann eine thermische Desorption mittels Wasserdampf und/oder einem Inertgas umfassen. Ein Behandlungsschritt kann eine Extraktion, beispielsweise mit einem Bandextraktor, einem Schneckenextraktor oder einem Karusselextraktor, umfassen. Ein Behandlungsschritt kann eine Abtrennung von

10 feinkörnigen Bestandteilen umfassen. Bevorzugt wird der im Kreislauf geführten stationären Phase kontinuierlich oder diskontinuierlich ein Teilstrom entnommen und dieser Teilstrom wird einem oder mehreren Behandlungsschritten unterworfen und der stationären Phase wieder zugemischt. Alternativ kann der im Kreislauf geführten stationären Phase kontinuierlich oder diskontinuierlich ein Teilstrom entnommen und dieser Teilstrom entsorgt

15 und durch eine äquivalente Menge an frischer stationärer Phase ersetzt werden.

Der Begriff „Regeneration“ hat im Sinne der erfindungsgemäßen Vorrichtung sowie des erfindungsgemäßen Verfahrens eine erweiterte Bedeutung. So kann es sich, wenn es sich bei der stationären Phase um einen Ionenaustauscher handelt, um die Regeneration des

20 Ionenaustauschers mittels einer Säure oder einer Base handeln. Die Regeneration kann ebenfalls unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgen. Ebenso ist die Verwendung anderer Vorrichtungen zur Regeneration möglich, beispielsweise ein kontinuierlich durchströmter Rührbehälter.

25 Handelt es sich bei der stationären Phase um ein Adsorbens, so ist unter Regeneration die Desorption der aus der mobilen Phase adsorbierten Komponente zu verstehen. Die Desorption kann ebenfalls unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung erfolgen, wobei die Desorption thermisch oder durch Beaufschlagung mit einem Extraktionsmittel möglich ist. Weiterhin können zur Desorption andere geeignete

30 Vorrichtungen verwendet werden, z.B. kontinuierlich oder semikontinuierlich arbeitende Extraktionsapparate, insbesondere Bandextraktoren, Schneckenextraktoren oder Karusselextraktoren oder Vorrichtungen zur thermischen Desorption, insbesondere Strippbehälter oder Strippkolonnen. Unter Regeneration des Adsorbens werden auch Behandlungsschritte verstanden, die zur Entfernung unerwünschter, die Beladungskapazität

35 des Adsorbens bezüglich des oder der abzutrennenden Wertstoffe verringernder Stoffe geeignet sind.

Handelt es sich bei der stationären Phase um einen Katalysator, so kann dieser zu Erhaltung seiner Aktivität ebenfalls extraktiv, thermisch oder in andere Weise behandelt werden, bevor er der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. dem erfindungsgemäßen Verfahren wieder zugeführt wird.

5

Bevorzugt wird die dass die stationäre Phase kontinuierlich bewegt, so dass die stationäre Phase durch die Strömung der mobilen Phase hindurchbewegt wird und dabei unterschiedliche Abschnitte der stationären Phase in Wechselwirkung mit der mobilen Phase treten. Insofern wird eine kontinuierliche Verfahrensführung ermöglicht. Die Bewegung der stationären Phase erfolgt besonders bevorzugt mittels einer Transporteinrichtung, welche ein endlos umlaufendes Transportmedium, beispielsweise ein Transportband oder Filterband, aufweist. Die stationäre Phase kann nach Art eines kontinuierlichen Filterkuchens auf dem endlos umlaufenden Transportmedium angeordnet werden.

10

15 Alternativ kann die stationäre Phase schrittweise bewegt werden, wodurch eine getaktete Verfahrensführung ermöglicht wird. Bevorzugt wird die stationäre Phase segmentiert auf das Transportmedium der Transporteinrichtung aufgegeben, so dass auf dem Transportmedium eine segmentierte stationäre Phase gebildet wird.

20

Bevorzugt werden mindestens zwei unterschiedliche stationäre Phasen quer zur Strömungsrichtung der mobilen Phase bewegt. Die unterschiedlichen stationären Phasen können auf dem Transportmedium nacheinander oder alternierend angeordnet werden. Die unterschiedlichen stationären Phasen weisen bevorzugt unterschiedliche Bestandteile und/oder Zusammensetzungen auf, so dass eine mobile Phase, welche insbesondere

25

hintereinander die unterschiedlichen stationären Phasen durchströmt, in Wechselwirkung mit unterschiedlichen Bestandteilen und/oder unterschiedlichen Zusammensetzungen treten kann. In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, wenn mehrere Aufgabeeinrichtungen zur getrennten Aufgabe der unterschiedlichen stationären Phasen auf das Transportmedium vorhanden sind. Vorteilhaft ist es ferner, wenn mehrere Entnahmeeinrichtungen zur

30

getrennten Entnahme der unterschiedlichen stationären Phasen von dem Transportmedium vorgesehen sind. Weiterhin ist es in diesem Zusammenhang besonders bevorzugt, wenn die Aufgabe der verschiedenen stationären Phasen, sowie die Aufgabe der mobilen Phasen getaktet erfolgt, wodurch eine Segmentierung der Schicht der stationären Phase erreicht werden und eine Quervermischung der stationären sowie der mobilen Phasen unterdrückt

35

werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können neben den vorstehend beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltungen auch die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschriebenen vorteilhaften Merkmale und Ausgestaltungen Anwendung finden.

- 5 Ferner betrifft die Erfindung die Verwendung einer Filtrationseinrichtung mit einem endlos umlaufenden Filtrationsmedium, insbesondere einem Filtertuch, in einem Verfahren zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase als Transporteinrichtung zur Bewegung der stationären Phase quer zur
- 10 Strömungsrichtung der mobilen Phase. Als Filtrationseinrichtungen können in diesem Zusammenhang bevorzugt Bandfilter oder Trommelfilter, insbesondere Vakuum-Bandfilter oder Vakuum-Trommelfilter oder Druck-Trommelfilter Verwendung finden.

- Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren, bei dem unter Verwendung einer oder mehrerer
- 15 erfindungsgemäßer Vorrichtungen an einer bewegten stationären Phase eine chromatographische Auftrennung mindestens zweier in der mobilen Phase gelöster Stofffraktionen vorgenommen wird.

- Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren, bei dem unter Verwendung einer oder mehrerer
- 20 erfindungsgemäßer Vorrichtungen an einer bewegten stationären Phase eine chromatographische Auftrennung mindestens zweier in der mobilen Phase gelöster Stoffe vorgenommen wird.

- Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren, bei dem unter Verwendung einer oder mehrerer
- 25 erfindungsgemäßer Vorrichtungen an einer bewegten stationären Phase zunächst eine chromatographische Auftrennung mindestens zweier in der mobilen Phase gelöster Stofffraktionen vorgenommen wird und diese Stofffraktionen mittels weiterer erfindungsgemäßer Vorrichtungen chromatographisch weiter aufgetrennt werden.

- 30 Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren, bei dem unter Verwendung einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Vorrichtungen mittels geeigneter stationärer Phasen organische Verbindungen aus wässrigen Lösungen abgetrennt werden. Bei den organischen Verbindungen kann es sich um Schadstoffe in Industrieabwässern, in Wässern aus der Bodensanierung oder im Grundwasser handeln. Alternativ kann es sich bei den organischen
- 35 Verbindungen um biotechnologisch hergestellte Wertstoffe und bei den wässrigen Lösungen um Fermentationsbrühen handeln. Die Wertstoffe können beispielsweise Monocarbonsäuren, Dicarbonsäuren, Hydroxycarbonsäuren, ein- oder mehrwertige Alkohole

oder ungesättigte Derivate der vorgenannten Verbindungen sein. Die Wertstoffe können nach Beendigung eines Fermentationsvorgangs aus der Fermentationsbrühe gewonnen werden. Alternativ können die Wertstoffe während eines in einem Fermentationsreaktor laufenden Fermentationsvorgangs aus einem dem Fermentationsreaktor entnommenen

5 Teilstrom der Fermentationsbrühe gewonnen werden. Die bezüglich der Wertstoffe abgereicherte Fermentationsbrühe kann nach der Abreicherung dem Fermentationsreaktor wieder zugeführt werden. Bei den organischen Verbindungen kann es sich ferner um Monosaccharide, Disaccharide oder Oligosaccharide und bei der wässrigen Lösung um ein

10 auf chemischem, mikrobiologischem, enzymatischem oder hydrothermale Weg oder durch beliebige Kombination dieser Wege erhaltenes Cellulose-, Hemicellulose- oder Lignocellulosehydrolysat handeln. Weiterhin kann es sich bei den Wertstoffen um organische Verbindungen in wässriger Lösung aus industriellen Prozessen handeln. Der Wertstoff kann beispielsweise Propylenglykol aus einem überwiegend wässrigen Stoffstrom in einer Anlage zur Herstellung von Propylenoxid sein.

15

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren, bei dem unter Verwendung einer oder mehrerer erfindungsgemäßer Vorrichtungen anorganische Verbindungen aus wässrigen Lösungen abgetrennt werden. Bei den anorganischen Verbindungen kann es sich um Natriumchlorid und andere gelöste Substanzen, insbesondere in Meerwasser, handeln. Beispielsweise kann

20 die anorganische Verbindung ein Phosphat oder Ammonium und die wässrige Lösung Abwasser, insbesondere ein Siedlungsabwasser oder landwirtschaftliches Abwasser sein.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Zeichnungen, sowie aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten

25 Ausführungsformen anhand der Zeichnungen. Die Zeichnungen illustrieren dabei lediglich beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung, welche den Erfindungsgedanken nicht einschränken.

Kurze Beschreibung der Figuren

30

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase.

35

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter

Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase.

Fig. 3 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase.

Fig.4 zeigt eine Anlage zur Gewinnung einer Carbonsäure mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Ausführungsformen der Erfindung

In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden daher in der Regel auch jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

In der **Fig. 1** ist schematisch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 dargestellt, welche zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase 4 und einer in einer Strömungsrichtung M leitbaren mobilen Phase eingerichtet ist.

Als stationäre Phase 4 kann die Vorrichtung 100 ein Adsorbens aufweisen. Das Adsorbens kann beispielsweise Aktivkohle, Aktivkoks, ein oder mehrere Methallhydroxide, einen natürlichen oder synthetischen Zeolith oder einen natürlichen oder synthetischen Ionenaustauscher, insbesondere ein Ionenaustauscherharz, aufweisen. Alternativ kann die stationäre Phase 4 einen festen oder an einem geeigneten festen Substrat immobilisierten Katalysator, ein immobilisiertes Enzym oder einen immobilisierten Antikörper umfassen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf die genannten Substanzen beschränkt. Gemäß dem Ausführungsbeispiel liegt die stationäre Phase 4 in der Vorrichtung 100 als aufgeschlammter Festkörper vor. Die stationäre Phase 4 ist von der mobilen Phase durchströmbar. Erfindungsgemäß wird die stationäre Phase 4 mittels einer Transporteinrichtung 101 in einer Transportrichtung S quer, insbesondere orthogonal, zur Strömungsrichtung M der mobilen Phase bewegt, so dass dem Wechselwirkungsbereich, in welchem die stationäre Phase 4 mit der mobilen Phase wechselwirkt, kontinuierlich ein regenerierter Abschnitt der stationären Phase 4 zugeführt wird.

Die Transporteinrichtung 101 weist ein als Filtermedium ausgebildetes Transportmedium 1 auf, so dass die stationäre Phase 4 auf dem Transportmedium 1 gehalten werden kann und die mobile Phase durch die stationäre Phase und das Transportmedium 1 hindurch strömen kann. Das Transportmedium 1 kann beispielsweise als Filtertuch ausgebildet sein. Gemäß
5 dem Ausführungsbeispiel wird eine als Vakuum-Bandfilter ausgebildete Filtrationseinrichtung mit einem endlos umlaufenden Filtrationsmedium 1 als Transporteinrichtung 101 zur Bewegung der stationären Phase 4 quer zur Strömungsrichtung M der mobilen Phase eingesetzt.

10 Die Aufgabe der stationären Phase 4 auf die Transporteinrichtung 101 erfolgt über eine Aufgabebereinrichtung 102, welche einen Vorratsbehälter 2 für die als Aufschlammung vorliegende stationäre Phase 4 umfasst. Die Aufschlammung wird an einer Aufgabestelle von oben auf das Transportmedium der Transporteinrichtung 101 aufgegeben. Unterhalb der Aufgabestelle weist die Vorrichtung 100 einen Flüssigkeitsabzug 3 auf, über welchen die
15 Aufschlammflüssigkeit abgezogen wird, so dass auf dem Transportmedium 1 eine flüssigkeitsreduzierte stationäre Phase nach Art eines Filterkuchens verbleibt.

Die auf das Transportmedium aufgebrachte stationäre Phase wird kontinuierlich in der Transportrichtung S der Transportvorrichtung 101 gefördert.

20

In einer Position die entlang der Transportrichtung S hinter der Aufgabestelle der stationären Phase 4 angeordnet ist, weist die Vorrichtung 100 mehrere Zuführeinrichtungen 5, 6, 7 auf, über welche die mobile Phase quer zur Transportrichtung S der stationären Phase 4 zugeführt wird. Unterhalb der Zuführeinrichtungen 5, 6, 7 ist jeweils eine
25 Abführeinrichtung 8, 9, 10 angeordnet, über welche die quer, insbesondere orthogonal, durch die stationäre Phase und das Transportmedium 1 strömende mobile Phase abgeführt wird. Die Abführeinrichtungen 8, 9, 10 können beispielsweise als Vakuum-Abführeinrichtungen ausgestaltet sein, welche die mobile Phase mittels Unterdruck absaugen. Eine Zuführeinrichtung 5, 6, 7 und die unterhalb der jeweiligen
30 Zuführeinrichtung 5, 6, 7 angeordnete Abführeinrichtung 8, 9, 10 bilden zusammen jeweils eine Wechselwirkungseinrichtung, welche einen Wechselwirkungsbereich bereitstellt, in welchem die stationäre Phase 4 mit der mobilen Phase wechselwirkt. Die Wechselwirkungseinrichtungen sind gemäß dem Ausführungsbeispiel in Serie geschaltet angeordnet, so dass die mobile Phase im Kreuz-Gegenstrom mit der stationären Phase 4 in
35 Kontakt gebracht wird.

In einer Position die entlang der Transportrichtung S hinter den Wechselwirkungseinrichtungen angeordnet ist, kann eine Wascheinrichtung 11 vorgesehen sein. Über die Wascheinrichtung 11 kann ein Waschmedium auf die sich bewegende stationäre Phase 4 aufgebracht werden. Das Waschmedium kann die stationäre Phase 4 und das

5 Transportmedium durchströmen und unterhalb des Transportmediums abgezogen werden. In einer Position die entlang der Transportrichtung S hinter den Wechselwirkungseinrichtungen und ggf. hinter der Wascheinrichtung 11 angeordnet ist, weist die Vorrichtung 100 eine Entnahmeeinrichtung 103 auf, über welche die stationäre Phase 4 von dem Transportmedium entnommen wird. Die Entnahmeeinrichtung weist eine

10 Sammelvorrichtung 12 auf, in welcher die von dem Transportmedium entnommene stationäre Phase 4 gesammelt wird.

Die Vorrichtung 100 weist ferner eine Regenerationseinrichtung 13 auf, über welche die von der Transporteinrichtung 101 entnommene stationäre Phase 4 regeneriert wird. Nach der

15 Regeneration wird die stationäre Phase 4 dem Sammelbehälter 2 der Aufgabereinrichtung zugeführt und kann erneut auf die Transporteinrichtung 101 aufgegeben werden. Insofern wird die stationäre Phase 4 kontinuierlich im Kreislauf geführt.

In der **Fig. 2** ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 dargestellt. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel wird die stationäre Phase 4 bei der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung 100 schrittweise bewegt, so dass eine getaktete

20 Verfahrensführung ermöglicht wird. Die Aufgabe der stationären Phase 4 durch die Aufgabereinrichtung 102 erfolgt getaktet, d.h. die stationäre Phase wird segmentiert auf die Transporteinrichtung 101 aufgebracht. Insofern wird eine Stationäre Phase 4 nach Art eines segmentierten Filterkuchens gebildet, wobei einzelne Segmente der stationären Phase durch

25 Lücken voneinander getrennt sind. Hierdurch kann die Quervermischung der mobilen Phase unterdrückt werden.

Die **Fig. 3** zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100, bei welcher die stationäre Phase 4 ebenfalls schrittweise in der Transportrichtung S bewegt

30 wird. Im Unterschied zu den vorausgehenden Ausführungsbeispielen sind bei der Vorrichtung 100 nach Fig. 3 mehrere, insbesondere drei, Aufgabereinrichtungen 102, 102', 102'' vorgesehen, über welche mehrere, insbesondere drei, stationäre Phasen 4, 4', 4'' mit unterschiedlicher Zusammensetzung auf die gemeinsame Transporteinrichtung 101

35 aufgegeben werden. Die stationären Phasen 4, 4', 4'' sind als voneinander getrennte Segmente auf dem Transportmedium 1 angeordnet und alternierend angeordnet. Zur Entnahme der stationären Phasen 4, 4', 4'' von dem Transportmedium 1 sind mehrere, insbesondere drei,

Entnahmeeinrichtungen 103, 103', 103'' mit getrennten Sammelvorrichtungen 12, 12', 12'' vorgesehen, so dass die stationären Phasen 4, 4', 4'' getrennt gesammelt werden können. Ferner sind mehrere, insbesondere drei, Regenerationseinrichtungen 13, 13', 13'' vorgesehen, über welche die stationären Phasen 4, 4', 4'' getrennt voneinander regeneriert werden. Die regenerierten stationären Phasen 4, 4', 4'' werden in getrennte Sammelbehälter 2, 2', 2'' der Aufgabeeinrichtungen 102, 102', 102'' zurückgeführt.

In der **Fig. 4** ist eine Anlage zur Gewinnung einer Carbonsäure wie beispielsweise Milchsäure, Bernsteinsäure, Propionsäure oder 3-Hydroxypropionsäure aus einer Fermentationsbrühe dargestellt. Die Anlage weist einen Fermenter 104 auf, welchem eine carbonsäurehaltige Fermentationsbrühe 105 entnommen wird. Die carbonsäurehaltige Fermentationsbrühe 105 wird als mobile Phase einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 100 zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase 4 und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase zugeführt. Die Vorrichtung 100 weist eine Transporteinrichtung 101 auf, auf welcher eine stationäre Phase 4 in einer Transportrichtung S bewegt wird, die als schwach basisches Ionenaustauscherharz ausgebildet ist. In einer ersten Zone wird die stationäre Phase 4 im Kreuz-Gegenstrom quer zur Transportrichtung S von der mobilen Phase durchströmt. Die stationäre Phase 4 adsorbiert die Carbonsäure, so dass aus der ersten Zone eine Fermentationsbrühe 106 abgezogen wird, welche einen reduzierten Anteil an Carbonsäure aufweist. Die aus der ersten Zone abgezogene Fermentationsbrühe 106 wird in den Fermenter 104 zurückgeführt. In einer zweiten Zone wird die stationäre Phase 4 im Kreuz-Gegenstrom mit einem Extraktionsmittel 107, beispielsweise mit heißem Wasser, beaufschlagt. Das aus der zweiten Zone abgezogene Extraktionsmittel 108 weist einen erhöhten Gehalt an Carbonsäure auf.

Die vorstehend beschriebenen Vorrichtungen 100 sind zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase 4 und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase eingerichtet und derart ausgebildet, dass die stationäre Phase 4 von der mobilen Phase durchströmbare ist und die stationäre Phase in einer Richtung S quer zur Strömungsrichtung M der mobilen Phase bewegbar ist. Die Vorrichtungen 100 ermöglichen es, zur Wechselwirkung mit der mobilen Phase kontinuierlich und/oder taktweise einen regenerierten und/oder konditionierten Abschnitt der stationären Phase 4 zur Verfügung zu stellen. Insofern kann der Aufwand zur Erstellung und Unterhaltung der Vorrichtung 100 reduziert werden.

Bezugszeichenliste

1	Transportmedium
2, 2', 2''	Vorratsbehälter
5 3	Flüssigkeitsabzug
4	stationäre Phase
5	Zuführeinrichtung
6	Zuführeinrichtung
7	Zuführeinrichtung
10 8	Abführeinrichtung
9	Abführeinrichtung
10	Abführeinrichtung
11	Wascheinrichtung
12, 12', 12''	Sammelvorrichtung
15 13	Regenerationseinrichtung
100	Vorrichtung zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion
101	Transportvorrichtung
20 102, 102', 102''	Aufgabeeinrichtung
103, 103', 103''	Entnahmeeinrichtung
104	Fermenter
105	Fermentationsbrühe mit Carbonsäure
106	Fermentationsbrühe
25 107	Extraktionsmittel
108	Extraktionsmittel mit Carbonsäure
M	Strömungsrichtung der mobilen Phase
S	Transportrichtung der stationären Phase

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase (4, 4', 4'') und einer
5 in einer Strömungsrichtung (M) leitbaren mobilen Phase, die derart ausgebildet ist, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') quer zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase bewegbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die stationäre Phase (4,
10 4', 4'') orthogonal zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase bewegbar ist.
3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Transporteinrichtung (101) zur Bewegung der stationären Phase (4, 4', 4''), welche ein
15 endlos umlaufendes Transportmedium (1), insbesondere ein Transportband und/oder eine Transporttrommel, aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Transportmedium (1) ein Filtrationsmedium, insbesondere ein Filtertuch, ist.
- 20 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 oder 4, gekennzeichnet durch eine Aufgabeeinrichtung (102, 102', 102'') zur Aufgabe der stationären Phase (4, 4', 4'') auf das Transportmedium (1).
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, gekennzeichnet durch eine
25 Entnahmeeinrichtung (103, 103', 103'') zur Entnahme der stationären Phase (4, 4', 4'') von dem Transportmedium (1).
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100) derart ausgebildet ist, dass die stationäre Phase (4, 4', 4''),
30 insbesondere mehrfach, von der mobilen Phase durchströmbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100) derart ausgebildet ist, dass die mobile Phase so auf die stationäre Phase aufgebbar ist, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') nicht von der mobilen Phase
35 durchströmt, sondern von dieser lediglich benetzt wird.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (100) eine erste Transporteinrichtung (101) zum Transport einer ersten stationären Phase (4, 4', 4''), eine zweite Transporteinrichtung (101) zum Transport einer zweiten stationären Phase (4, 4', 4'') aufweist, und eine
- 5 Transfereinrichtung aufweist, über welche die erste stationäre Phase von der ersten Transporteinrichtung (101) zu der zweiten Transporteinrichtung (101) verbringbar ist und/oder über welche die zweite stationäre Phase (4, 4', 4'') von der zweiten Transporteinrichtung (101) zu der ersten Transporteinrichtung (101) verbringbar ist.
- 10 10. Verfahren zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase (4, 4', 4'') und einer in einer Strömungsrichtung (M) strömenden mobilen Phase, wobei die stationäre Phase (4, 4', 4'') quer zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase bewegt wird.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') mindestens einen der folgenden Bestandteile aufweist: ein Adsorbens, insbesondere Aktivkohle oder Aktivkoks oder einen Zeolith, einen Katalysator, einen Ionenaustauscher, insbesondere ein Ionenaustauscherharz, ein immobilisiertes Enzym oder ein immobilisierter Antikörper.
- 20 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') von der mobilen Phase durchströmt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die
- 25 stationäre Phase (4, 4', 4'') in einem Kreislauf geführt wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') kontinuierlich bewegt wird.
- 30 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die stationäre Phase (4, 4', 4'') schrittweise bewegt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwei unterschiedliche stationäre Phasen (4, 4', 4'') bewegt werden, die insbesondere alternierend angeordnet
- 35 sind.

17. Verwendung einer Filtrationseinrichtung mit einem endlos umlaufenden Filtrationsmedium, insbesondere einem Filtertuch, in einem Verfahren zur Durchführung eines Stoffaustauschvorgangs, Stofftrennvorgangs und/oder einer Reaktion unter Beteiligung einer stationären Phase und einer in einer Strömungsrichtung leitbaren mobilen Phase als Transporteinrichtung (101) zur Bewegung der stationären Phase (4, 4', 4'') quer zur Strömungsrichtung (M) der mobilen Phase.

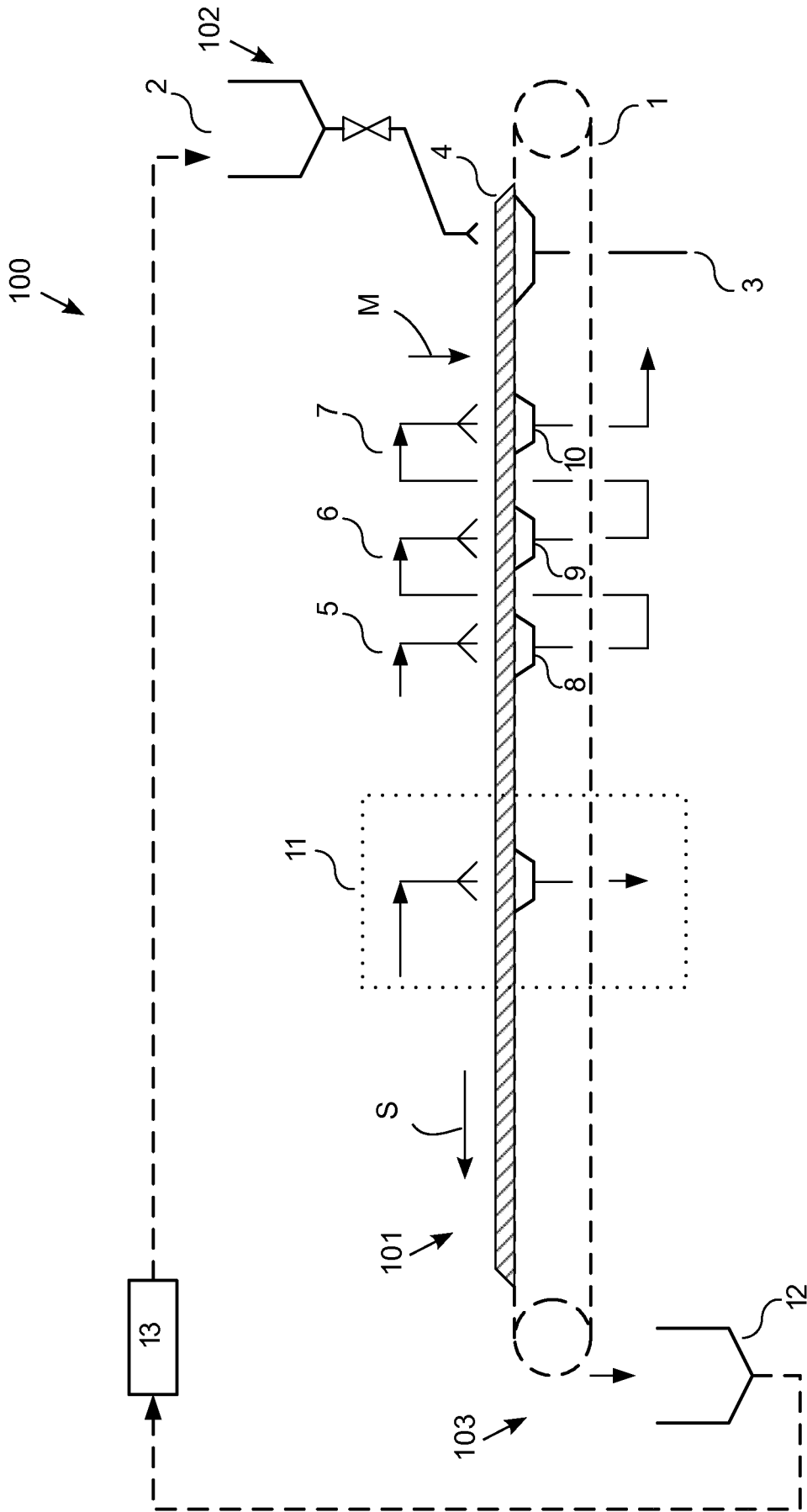


Fig.1

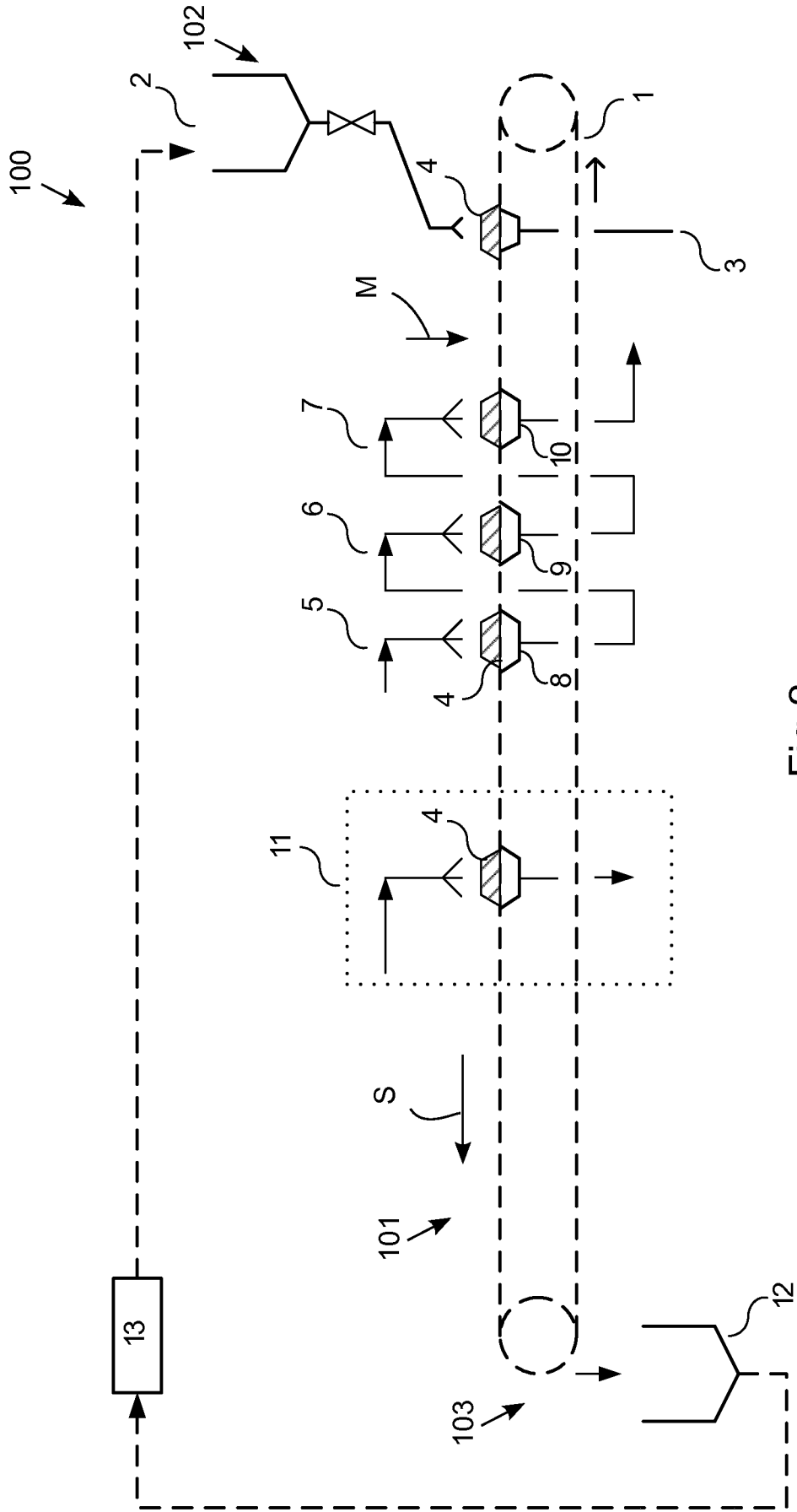


Fig.2

3/4

100

102
102'
102''

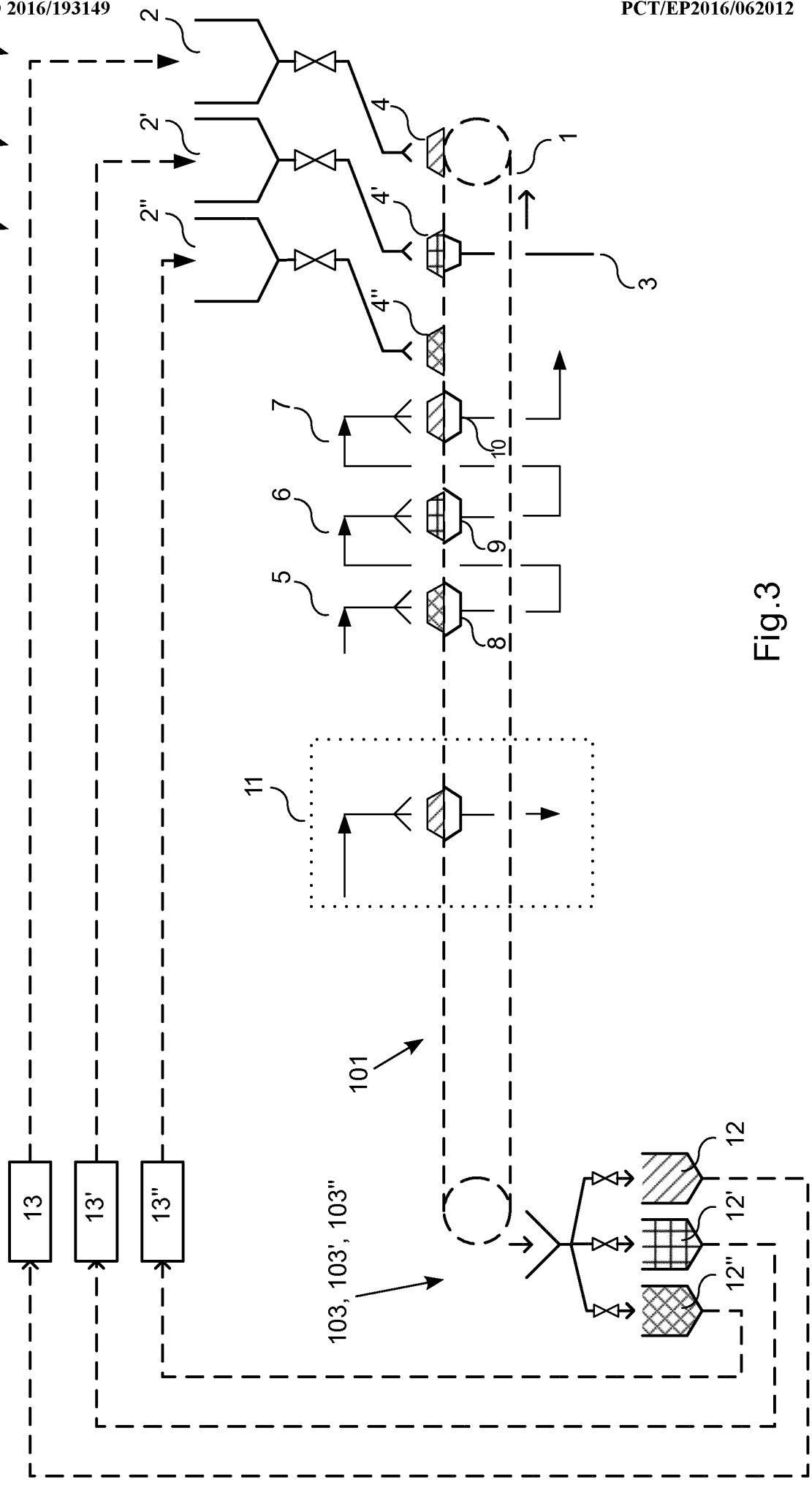


Fig.3

4/4

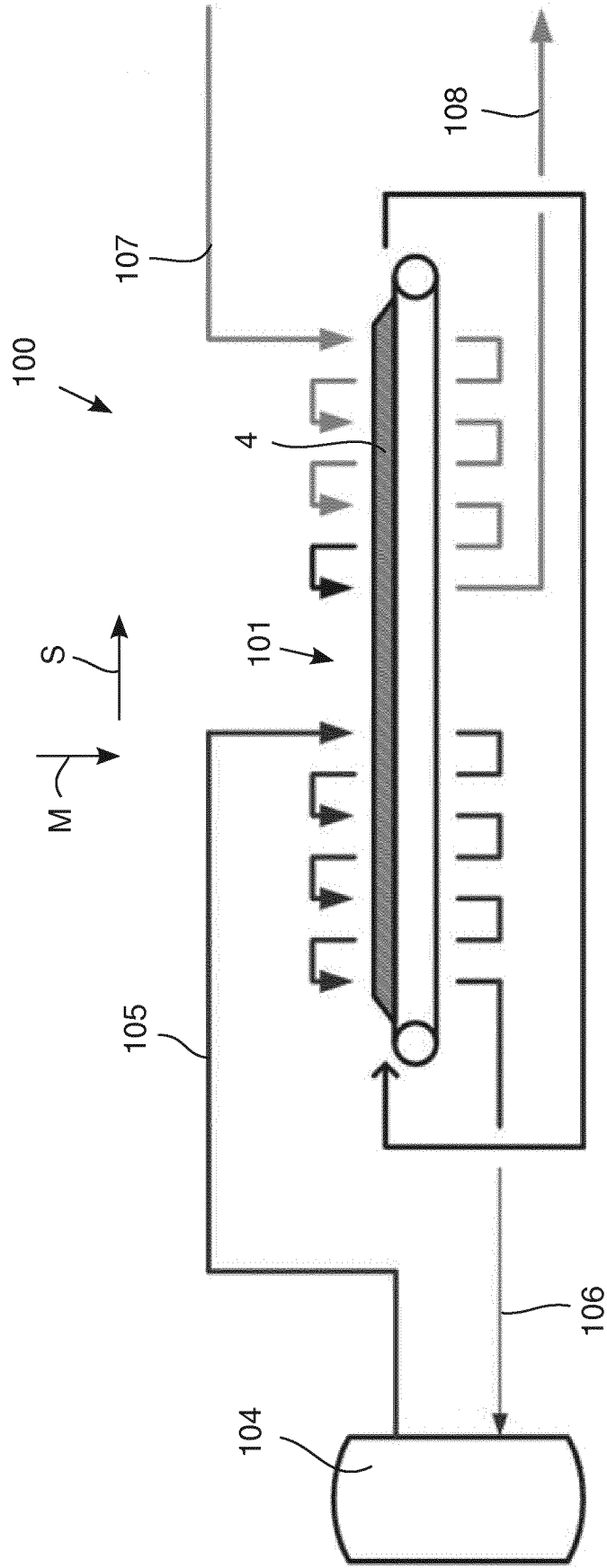


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B01D29/09 B01J8/10 B01D33/048 B01D46/00
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B01D B01J
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/153834 A1 (WEIGUNY JENS [DE] ET AL) 14 July 2005 (2005-07-14)	1,10,17
Y	abstract page 4, paragraph 50; claim 1; figure 1 -----	2-9, 11-16
X	US 5 004 718 A (ISHIDA NOBUYOSHI [JP] ET AL) 2 April 1991 (1991-04-02)	1,10,17
Y	abstract column 6, line 5 - line 37; claim 1; figure 4 -----	2-9, 11-16
X	US 2003/146174 A1 (HANSEN PREBEN BOJE [DK] ET AL) 7 August 2003 (2003-08-07)	1,10,17
Y	abstract page 2, paragraph 32; claim 1; figure 2 -----	2-9, 11-16
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 26 August 2016	Date of mailing of the international search report 07/09/2016
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Thomasson, Philippe
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/062012

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP S56 69202 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10 June 1981 (1981-06-10)	1,10,17
Y	abstract; figure 2	2-9, 11-16

X	JP H03 213919 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 19 September 1991 (1991-09-19)	1,10,17
Y	abstract; figures 1, 2	2-9, 11-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/062012

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005153834	A1	14-07-2005	AT 312664 T 15-12-2005
			AU 2003212333 A1 29-09-2003
			CN 1671472 A 21-09-2005
			DE 10211446 A1 02-10-2003
			EP 1487575 A2 22-12-2004
			JP 4382496 B2 16-12-2009
			JP 2005529725 A 06-10-2005
			KR 20040093144 A 04-11-2004
			US 2005153834 A1 14-07-2005
			WO 03078310 A2 25-09-2003

US 5004718	A	02-04-1991	DE 3787007 D1 16-09-1993
			DE 3787007 T2 20-01-1994
			EP 0275671 A1 27-07-1988
			US 5004718 A 02-04-1991

US 2003146174	A1	07-08-2003	NONE

JP S5669202	A	10-06-1981	NONE

JP H03213919	A	19-09-1991	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B01D29/09 B01J8/10 B01D33/048 B01D46/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B01D B01J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/153834 A1 (WEIGUNY JENS [DE] ET AL) 14. Juli 2005 (2005-07-14)	1,10,17
Y	Zusammenfassung Seite 4, Absatz 50; Anspruch 1; Abbildung 1	2-9, 11-16

X	US 5 004 718 A (ISHIDA NOBUYOSHI [JP] ET AL) 2. April 1991 (1991-04-02)	1,10,17
Y	Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 37; Anspruch 1; Abbildung 4	2-9, 11-16

X	US 2003/146174 A1 (HANSEN PREBEN BOJE [DK] ET AL) 7. August 2003 (2003-08-07)	1,10,17
Y	Zusammenfassung Seite 2, Absatz 32; Anspruch 1; Abbildung 2	2-9, 11-16

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. August 2016		07/09/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Thomasson, Philippe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP S56 69202 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND) 10. Juni 1981 (1981-06-10)	1,10,17
Y	Zusammenfassung; Abbildung 2	2-9, 11-16

X	JP H03 213919 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 19. September 1991 (1991-09-19)	1,10,17
Y	Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2	2-9, 11-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/062012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005153834	A1	14-07-2005	AT 312664 T 15-12-2005
			AU 2003212333 A1 29-09-2003
			CN 1671472 A 21-09-2005
			DE 10211446 A1 02-10-2003
			EP 1487575 A2 22-12-2004
			JP 4382496 B2 16-12-2009
			JP 2005529725 A 06-10-2005
			KR 20040093144 A 04-11-2004
			US 2005153834 A1 14-07-2005
			WO 03078310 A2 25-09-2003

US 5004718	A	02-04-1991	DE 3787007 D1 16-09-1993
			DE 3787007 T2 20-01-1994
			EP 0275671 A1 27-07-1988
			US 5004718 A 02-04-1991

US 2003146174	A1	07-08-2003	KEINE

JP S5669202	A	10-06-1981	KEINE

JP H03213919	A	19-09-1991	KEINE
