



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 656 602 A5

⑤ Int. Cl.4: C 01 F 7/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

<p>⑳ Gesuchsnummer: 6182/81</p>	<p>⑦ Inhaber: MTA Müszaki Kémiai Kutató Intézet, Veszprém (HU)</p>
<p>㉒ Anmeldungsdatum: 23.09.1981</p>	<p>⑦ Erfinder: Borlai, Oszkar, Dipl.-Chem., Budapest (HU) Bucsky, Gyorgy, Dipl.-Chem., Balatonalmádi (HU)</p>
<p>③ Priorität(en): 01.10.1980 HU 2392/80</p>	<p>Nemeth, Jenő, Dipl.-Ing., Budapest (HU) Odor, Gyula, Dipl.-Chem., Mosonmagyaróvár (HU) Pazmany, Jozsef, Dipl.-Ing., Balatonfüred (HU) Cziniel, Imre, Mosonmagyaróvár (HU)</p>
<p>㉔ Patent erteilt: 15.07.1986</p>	<p>Peterfi, Tiborne, Dipl.-Chem., Veszprém (HU) Szücs, Lajos, Mosonmagyaróvár (HU) Tamas, Jozsef, Dipl.-Ing., Mosonmagyaróvár (HU) Ujhidy, Aurel, Dipl.-Chem., Veszprém (HU)</p>
<p>④ Patentschrift veröffentlicht: 15.07.1986</p>	<p>⑦ Vertreter: E. Blum & Co., Zürich</p>

⑤ Verfahren zum kontinuierlichen Lösen bzw. Aufschliessen des Aluminiumgehaltes von aluminiumhaltigen Rohstoffen nach dem Bayer-Verfahren.

⑤ Der Materialstrom des sich in fester Phase befindlichen Aluminium enthaltenden Rohstoffes wird mit einem sich in flüssiger Phase befindlichen Materialstrom aus Natriumaluminatlauge und/oder Natriumhydroxyd mindestens einmal in einem statischen Mischelement vermischt. Dabei wird jeder Materialstrom und/oder der vermischte Materialstrom mindestens einmal erwärmt.

Infolge der grösseren Wärmeübertragungszahl K kann eine gesteigerte Wärmeübertragung und dadurch eine vollständige oder zumindest bedeutende Vermeidung von Ablagerungen erreicht werden. Daher genügen zum Erzielen der gleichen Ergebnisse kleinere Rohrlängen bzw. Berührungsoberflächen und weniger Energie. Auch können der Bedarf an Chemikalien zur Säurebehandlung und die durch die Säurebehandlung bedingten Produktionsausfälle eingespart werden und infolge des Fortfallens der Säurebehandlung ist die Lebensdauer der Anordnung erhöht.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum kontinuierlichen Lösen bzw. Aufschliessen und Weiterverarbeiten des Aluminiumgehaltes von aluminiumhaltigen Rohstoffen nach dem Bayer-Verfahren durch ein- oder mehrstufiges Vermengen mindestens eines sich in fester Phase befindlichen Materialstromes des Aluminium enthaltenden Rohstoffes mit mindestens einem sich in flüssiger Phase befindlichen Materialstromes der Natriumaluminatlauge und/oder Natriumhydroxyd enthaltenden Lösung, durch zumindest einstufiges Erwärmen von mindestens einem einzelnen und/oder mindestens einem vermischten Materialstrom zumindest zum Teil während des Strömens, dadurch gekennzeichnet, dass man den jeweiligen einzelnen und/oder vermischten in flüssiger Phase befindlichen Materialstrom der Lösung und/oder Trübe mindestens einmal in zumindest einem statischen Mischelement mischt und während des Lösens beziehungsweise Aufschliessens zumindest eines einzelnen oder vermischten Materialstroms ein- oder mehrstufig erwärmt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem zumindest einstufigen Erwärmen nach dem Erwärmungsvorgang oder zwischen den Erwärmungsvorgängen ein Warmhalten durchgeführt und danach das wärmebehandelte Gemisch weiterverarbeitet wird.

3. Verfahren nach Ansprüche 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige sich in flüssiger Phase befindliche Materialstrom der Lösung und/oder Trübe im jeweiligen statischen Mischelement mit mindestens einem einzelnen und/oder vermischten, sich in der Gasphase befindlichen Materialstrom aus mindestens einem inerten Gas und/oder Luft vermischt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Luft Druckluft ist.

5. Verfahren nach Ansprüchen 1–4, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige sich in flüssiger Phase befindliche Materialstrom der Lösung und/oder Trübe im jeweiligen statischen Mischelement mit mindestens einem einzelnen und/oder vermischten, sich in der Gasphase befindlichen Materialstrom aus mindestens einem inerten Gas und/oder Luft vermischt wird und in einem Verweilgefäss stehen gelassen wird.

6. Verfahren nach Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige sich in flüssiger Phase befindliche Materialstrom der Lösung und/oder Trübe im jeweiligen statischen Mischelement mit mindestens einem einzelnen und/oder vermischten, sich in der Gasphase befindlichen Materialstrom aus mindestens einem inerten Gas und/oder Luft vermischt wird und in einem Verweilgefäss stehen gelassen wird und nach dem Mischen und/oder Stehenlassen mindestens einmal mindestens teilweise in den Kreislauf zurückgeführt wird.

7. Verfahren nach Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige einzelne oder vermischte Materialstrom durch einen Raum (I–VIII) geleitet wird, der mindestens eine Begrenzungswand (20) aufweist und durch mindestens eine, mit der jeweiligen Begrenzungswand (20) in Berührung stehende Trennwand (7) in Teile (I, II; IV, V; VII, VIII) geteilt ist, und in diesem Raum vermischt und gegebenenfalls erwärmt wird.

8. Verfahren nach Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass man die jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialströme parallel in gleicher Richtung strömen lässt.

9. Verfahren nach Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, dass man die jeweiligen einzelnen und/oder gemischten Materialströme zumindest teilweise durch ein Rohr leitet sowie in diesem mischt und gegebenenfalls erwärmt.

10. Verfahren nach Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialströme durch ein Rohr entlang einer durch die mindestens eine mit der mindestens einen Begrenzungswand in Berührung stehenden Trennwand gegebenen Strecke oder entlang der gesamten Länge des mindestens in zwei Teile geteilten Rohres geleitet, im Rohr gemischt und gegebenenfalls erwärmt werden.

11. Verfahren nach Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit der jeweiligen in der gleichen Richtung parallel strömenden einzelnen und/oder vermischten Materialströme abwechselnd und gegenständig geändert wird, dass während den einzelnen Phasen der geänderten Strömungsgeschwindigkeiten die einzelnen und/oder vermischten Materialströme, die durch die mindestens zwei durch die jeweilige Trennwand voneinander getrennten Raumeile strömen miteinander in Berührung gebracht werden, und dass gegebenenfalls jeweilige einzelne und/oder vermischte Materialströme durch die Strömung jeweiliger anderer einzelner und/oder vermischter Materialströme zum Strömen gebracht werden oder deren Strömungsgeschwindigkeit und/oder Strömungsrichtung geändert wird.

12. Verfahren nach Ansprüche 1–11, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömungsgeschwindigkeit mindestens der sich in der Gasphase befindlichen Materialströme abwechselnd gegensinnig geändert wird, dass mindestens zwei durch die jeweilige Trennwand getrennte einzelne und/oder vermischte Materialströme während den einzelnen Phasen der geänderten Strömungsgeschwindigkeiten miteinander in Berührung gebracht werden, und dass der jeweilige einzelne und/oder vermischte Materialstrom der jeweiligen sich in der flüssigen Phase befindlichen Lösungen und/oder Trüben durch die Strömung des jeweiligen sich in der Gasphase befindlichen Materialstromes oder der jeweiligen sich in der Gasphase befindlichen Materialströme zum Strömen gebracht werden oder die jeweilige Strömungsgeschwindigkeit und/oder Strömungsrichtung geändert wird sowie gegebenenfalls den jeweiligen Materialstrom, der in den von der jeweiligen Begrenzungswand begrenzten und von mindestens einer Trennwand in Teile geteilten Raum eintritt graduell beschleunigt, oder der aus diesem Raum austritt graduell verzögert.

13. Verfahren nach Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, dass man in jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialstrom mindestens in einem Teil des Abschnittes der abwechselnd in entgegengesetztem Sinne durchgeführten Geschwindigkeitsänderung auch ein von der Hauptströmungsrichtung abweichendes, im Extremfall nahezu senkrecht, Strömen zustandebringt.

14. Verfahren nach Ansprüche 1–13, dadurch gekennzeichnet, dass man das von der Hauptströmungsrichtung abweichende, im Extremfall nahezu senkrechte, Strömen im jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialstrom durch dessen Zwangsströmenlassen an der jeweiligen Krümmung jeweiligen aufteilenden Trennwand herbeiführt.

15. Verfahren nach Ansprüche 1–14, dadurch gekennzeichnet, dass man den jeweiligen mittels der jeweiligen Trennwand getrennten einzelnen und/oder vermischten Materialstrom an den Diskontinuitäten der jeweiligen Trennwand durch die der Strömungsrichtung jeweils entgegenstehende, gegebenenfalls gegenüber dem jeweiligen Ende der jeweiligen vorhergehenden Trennwand verdrehte, Kante teilt.

16. Verfahren nach Ansprüche 1–15, dadurch gekennzeichnet, dass man die in der Gasphase und in flüssiger Phase befindlichen Materialströme durch eine jeweilige Trennwand getrennt oder zusammen in einem Winkel von mindestens 30°, vorzugsweise 45°, zur Waagrechten leitet.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Ansprüche 1–9 mit

- a) einer Aufschliessreihe mit mindestens einem Vorwärmer und Autoklav und/oder
- b) einer Rohraufschliessreihe mit mindestens einem Wärmetauscher und Verweilgefäss und/oder
- c) Ausrührreaktionsvorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest in einem Teil des jeweiligen
 - a) Autoklaven (2) und/oder
 - b) Wärmetauscher und/oder Verweilgefässes (2) und/oder
 - c) Ausrührreaktionsgefässes (2)
 - mindestens ein statischer Mischer (1a, 1b oder 1c; 7, 7') jeweils als Einsatz angeordnet ist, wobei sich um den jeweiligen statischen Mischer (1a, 1b oder 1c; 7, 7') mindestens eine Begrenzungswand (1'', 20) befindet.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Begrenzungswand den jeweiligen statischen Mischer berührt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Begrenzungswand den jeweiligen statischen Mischer berührt und den jeweiligen zugehörigen Raumteil (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil begrenzt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Begrenzungswand den jeweiligen zugehörigen Raumteil (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil begrenzt.

21. Vorrichtung nach Ansprüche 18–20, dadurch gekennzeichnet, dass der jeweilige statische Mischer (1a, 1b oder 1c; 7, 7') als, gegebenenfalls mit der jeweiligen den jeweils zugehörigen Raumteil (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) begrenzenden Begrenzungswand (1; 20) in Berührung stehenden Trennwand ausgeführt ist.

22. Vorrichtung nach Ansprüche 18–21, dadurch gekennzeichnet, dass sie im zumindest in einem Teil des jeweiligen

- a) Autoklaven (2) und/oder
 - b) Wärmetauschers und/oder Verweilgefässes (2) und/oder
 - c) Ausrührreaktionsgefässes (2)
- befindlichen von um die Längsachse mit einer jeweiligen Begrenzungswand von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil umgebenen jeweiligen Raumteil (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) und/oder im jeweiligen Wärmeaustauscher mindestens eine mit der Längsachse und/oder irgendeiner durch die Längsachse gelegten vorherbestimmten Ebene oder mit der jeweiligen Begrenzungswand (1'', 20) um die Längsachse zumindest zum Teil abwechselnd, gegebenenfalls veränderbare, spitze (α) oder stumpfe (β) Winkel einschliessende und gegebenenfalls veränderbare Diskontinuitäten aufweisende Trennwände (7; 7') beziehungsweise Teile von solchen aufweist, wobei die von diesen und/oder der jeweiligen Begrenzungswand begrenzten Raumteile (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) mit in der Richtung der Längsachse zumindest teilweise abwechselnd sich erweiterndem beziehungsweise verengendem Querschnitt ausgeführt sind, sowie gegebenenfalls an der Eintrittsstelle der einzelnen und/oder vermischten Materialströme eine oder mehr stetig sich verengende jeweilige Begrenzungs- und/oder Trennwand (8) und/oder gegebenenfalls an der Austrittsstelle der einzelnen und/oder vermischten Materialströme mindestens eine stetig sich erweiternde Begrenzungs- und/oder Trennwand (9) hat.

23. Vorrichtung nach Ansprüche 18–22, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Trennwände (7, 7') solche, welche eine gegenüber irgendeiner durch die Längsachse gelegten vorherbestimmten Ebene stetig sich ändernde mit der Längsachse abwechselnde spitze (α) und stumpfe (β) Winkel ein-

schliessende Schrauben- bzw. Spiralform beziehungsweise gedrehte Form haben, aufweist.

24. Vorrichtung nach Ansprüche 18–23, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Trennwände (7, 7') solche, welche aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung geschraubt bzw. gedreht und gegebenenfalls mit ihrem jeweiligen Anfang gegenüber dem Ende der jeweiligen vorhergehenden Trennwand (7, 7') um einen gegebenen Winkel verdreht angeordnet sind, aufweist.

25. Vorrichtung nach Ansprüche 18–24, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse der jeweiligen den jeweils zugehörigen Raumteil (I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII) von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil umgebenden Begrenzungswand (1'', 20) mit der Waagrechten einen Winkel von mindestens 30°, insbesondere 45°, einschliesst.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontinuierlichen Lösen bzw. Aufschliessen und Weiterverarbeiten des Aluminiumgehaltes von aluminiumhaltigen Rohstoffen nach dem Bayer-Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Im Bayer-Verfahren zur Herstellung von Tonerde werden die aluminiumhaltigen Erze und Rohstoffe (deren Aluminiumgehalt meistens in Form von Aluminiumoxyd und Aluminiumoxydhydrat vorliegt) mit einer natriumaluminat- und natriumhydroxydhaltigen im Kreislauf geführten bzw. rezirkulierten Lösung vermischt, es wird also ein Schlamm gebildet, und der Gehalt der Rohstoffe an Aluminiumverbindungen wird durch Erwärmen dieses Schlammes zu Natriumaluminat gelöst. Das Erwärmen kann in Vorwärmern und, z. B. Rohrschlangen und mechanische Mischer aufweisenden, Autoklaven durchgeführt werden. In den letzteren verweilt der Schlamm länger und aus diesem Grunde entsteht eine bedeutende Verkrustung speziell auf den Erwärmungsoberflächen. Beim sogenannten Verfahren zum Lösen bzw. Aufschliessen im Rohr erfolgt das Lösen bzw. Aufschliessen während der kontinuierlichen Strömung dieser Materialströme. Vorrichtungen zum Lösen bzw. Aufschliessen im Rohr sind aus der ungarischen Patentschrift 149 514 und der deutschen Patentschrift 1 920 222 bekannt. Bei den in diesen angegebenen Verfahren entsteht während des Erwärmens des Schlammes an der Schlammseite der Siederohre eine mechanisch kaum entfernbare harte Ablagerung, die sich ständig verdickt, die Wärmeübertragungsoberfläche vermindert und die Wärmeübergangszahl herabsetzt.

Die entstandene Ablagerung ist sowohl aus der Reihe von Vorwärmern und Autoklaven als auch aus dem Aufschliessenrohr zeitweise entfernt worden. Dies erfolgt durch Ausserbetriebsetzen und Reinigen (mechanische Reinigung oder Säurebehandlung) der jeweiligen Reihe von Vorwärmern, Autoklaven, Siederohren beziehungsweise Aufschliessvorrichtungen. All dies bedeutet einen Produktionsausfall und einen beträchtlichen Material- und Arbeitsaufwand. Durch die verminderte Wärmeübertragungsoberfläche und Wärmeübergangszahl sowie das ständige Ausserbetriebsetzen von Einheiten ist die Inbetriebnahme einer im Verhältnis zum theoretisch Notwendigen grösseren Anordnung erforderlich, was einen Mehraufwand bedeutet.

Der während des Lösens beziehungsweise Aufschliessens in Lösung gegangene Aluminiumoxydgehalt scheidet sich während des Ausrührens in Form von Tonerdehydrat aus. Zum Ausrühren wird das mechanische Rühren angewandt oder nach einem neueren Verfahren wird Luft von unten in den Behälter eingeführt, die den Inhalt des Behälters nach

dem Prinzip der Mampumppe aufrührt. Durch die Erhöhung der Energiepreise macht jedoch die Luftführung dieses Rührverfahren sehr aufwendig.

Zum Rühren und zur Wärmeübertragung können statische Mischer angewandt werden. Beim statischen Rühren ist das das Rühren herbeiführende Element ortsfest und die Materialströme strömen relativ zu ihm. Zur Durchführung des statischen Rührens sind zahlreiche Verfahren und Vorrichtungen bekannt.

Bei einer in der US-Patentschrift 3 286 992 beschriebenen Vorrichtung werden die im Rohr befindlichen Flüssigkeitsströme mittels im Rohr nacheinander angeordneter, dieses in axialer Richtung in zwei Teile teilender, mit einander entgegengesetzten Gängen ausgeführter spiralförmig gebogener Trennwände zu einer radialen Bewegung senkrecht zur Rohrachse gezwungen. Die Kanten der sich berührenden, entgegengesetzt spiralförmig gebogenen Trennwände befinden sich in einem Winkel zueinander und die Reihe der Trennwände teilt das Rohr immer in zwei Kanäle mit gleichem Querschnitt.

Nach den US-Patentschriften 3 871 624 und 3 918 688 fließen zwei in flüssiger Phase befindliche Materialströme durch von gegebenen parallelen gleich langen Trennwänden gebildete Kanäle mit durchgehend gleichem Querschnitt. Sie sind in der Längsrichtung des Rohres versetzt angeordnet. Dieses Kanalsystem teilt die Materialströme ständig in Teilströme und mischt sie dadurch.

Das in den ungarischen Patentanmeldungen MU-619 und MU-620 beschriebene Verfahren erhöht und vermindert die Geschwindigkeiten der Materialströme abwechselnd einander entgegengesetzt und bringt sie zeitweise miteinander in Berührung.

Natürlich bringen auch die einzelnen Zubehöre und Armaturen der Rohrleitung, zum Beispiel Rohrbögen beziehungsweise Rohrkrümmungen und Ventile, mehr oder minder bedeutende Mischeffekte hervor, diese werden jedoch nicht als statische Rührelemente angesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum kontinuierlichen Lösen beziehungsweise Aufschliessen und Weiterverarbeiten des Aluminiumgehaltes von aluminiumhaltigen Rohstoffen nach dem Bayer-Verfahren, bei welchem die Ablagerung beziehungsweise Krustenbildung auf den wärmeübertragenden Oberflächen vermindert oder vermieden ist und damit die Wärmeübertragung wesentlich besser ist und die Durchführung des Ausrührens mit geringem Aufwand verbunden ist, sowie eine Anordnung zu dessen Durchführung, welche kleiner dimensioniert werden kann und dessen Betrieb weniger aufwendig ist, zu schaffen.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist durch die Merkmale des Anspruches 1 gekennzeichnet.

Die Erfindung beruht auf der Feststellung, dass durch Führen der Materialströme durch statische Mischelemente ein kräftiges Rühren erzielt werden kann, womit die überraschende Wirkung einhergeht, dass sich die durch die Erwärmung sich ausscheidenden Stoffe nicht auf der Wärmeübertragungsoberfläche absetzen, sondern sich mit den Materialströmen weiter fortbewegen und infolge des Mischens an der Wärmeübertragungswand und des Fehlens der Ablagerung beziehungsweise Krustenbildung die Wärmeübertragung durch die Wand sich erhöht und zeitlich konstant bleibt. Unerwarteterweise kann die Konzentration des im Rohr oder Autoklaven sich fortbewegenden Schlammes am aufzuschliessenden Feststoff nahezu verdoppelt werden. Die örtliche Anreicherung des festen Stoffes durch die statischen Mischelemente fördert den Zusammenstoss der Teilchen und infolge der mechanischen Energie des Zusammenstosses bilden sich sogenannte aktive Stellen an den Teilchen, welche die gewünschte chemische Reaktion fördern. Überraschen-

derweise lässt sich durch die statischen Mischelemente auch die Ausscheidungsstelle und -menge beispielsweise der Silikate regeln.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der jeweilige einzelne oder vermischte Materialstrom durch einen Raum, mit mindestens einer Begrenzungswand und mindestens einer, mit einer jeweiligen Begrenzungswand in Berührung stehenden, Trennwand in Teile geteilt ist, geleitet sowie in diesem gemischt und gegebenenfalls erwärmt.

Vorteilhaft werden die jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialströme parallel in gleicher Richtung strömengelassen.

Es ist auch vorteilhaft, den jeweiligen einzelnen und/oder gemischten Materialstrom zumindest teilweise durch ein Rohr zu leiten sowie in diesem zu mischen und gegebenenfalls zu erwärmen.

Ferner ist es vorteilhaft, die jeweiligen einzelnen und/oder die vermischten Materialströme durch ein an mindestens einer durch die, gegebenenfalls mit der mindestens einen Begrenzungswand jeweils in Berührung stehenden Trennwand gegebenen Strecke oder in der ganzen Länge zu mindest in zwei Teile geteiltes Rohr zu leiten sowie in diesem zu mischen und gegebenenfalls zu erwärmen.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird die Strömungsgeschwindigkeit der jeweiligen in der gleichen Richtung parallel fliessenden einzelnen und/oder vermischten Materialströme abweichend in entgegengesetztem Sinne geändert, wobei in den einzelnen Abschnitten der Geschwindigkeitsänderung die jeweiligen in den durch die jeweilige Trennwand abgetrennten zumindest zwei Raumteilen strömenden einzelnen und/oder vermischten Materialströme miteinander in Berührung gebracht werden oder ihre jeweilige Strömungsgeschwindigkeit und/oder -richtung geändert wird.

Nach einer spezielleren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird zumindest die Strömungsgeschwindigkeit jedes der in der Gasphase befindlichen Materialströme abwechselnd in entgegengesetztem Sinne geändert, wobei mindestens zwei mit der jeweiligen Trennwand abgetrennte einzelne und/oder vermischte Materialströme in den einzelnen gegebenen Abschnitten der Geschwindigkeitsänderung miteinander in Berührung gebracht werden und den jeweiligen die einzelnen und/oder vermischten Materialstrom der jeweiligen in flüssiger Phase befindlichen Lösung und/oder Trübe und/oder Schlämme durch Strömenlassen des jeweiligen der in der Gasphase befindlichen einen Materialstromes oder mehr Materialströme zum Strömen gebracht wird oder die Strömungsgeschwindigkeit und/oder -richtung geändert wird beziehungsweise werden sowie gegebenenfalls den jeweiligen in den von der jeweiligen Begrenzungswand begrenzten und mit mindestens einer Trennwand in Teile geteilten Raum eintretenden jeweiligen Materialstrom graduell beschleunigt wird beziehungsweise werden und/oder den jeweiligen von diesem austretenden Materialstrom graduell verlangsamt wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird im jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialstrom mindestens in einem Teil des Abschnittes der abwechselnd in entgegengesetztem Sinne durchgeführten Geschwindigkeitsänderung auch ein von der Hauptströmungsrichtung abweichendes, im Extremfall nahezu senkrechtes, Strömen zustandegebracht. Dabei kann vorteilhaft das von der Hauptströmungsrichtung abweichende, im Extremfall nahezu senkrechte, Strömen im jeweiligen einzelnen und/oder vermischten Materialstrom durch dessen Zwangsströmenlassen an der jeweiligen Krümmung der aufteilenden Trennwand herbeigeführt werden.

Nach einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird der jeweilige mittels der jeweiligen Trennwand getrennte einzelne und/oder vermischte Materialstrom an den Diskontinuitäten der jeweiligen Trennwand durch die der Strömungsrichtung entgegengesetzte, gegebenenfalls gegenüber dem jeweiligen Ende der jeweiligen vorhergehenden Trennwand verdrehte, Kante geteilt.

Vorzugsweise werden die in der Gasphase und in flüssiger Phase befindlichen Materialströme durch eine jeweilige Trennwand getrennt oder zusammen in einem Winkel von mindestens 30°, vorzugsweise 45°, zur Waagerechten geleitet.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist durch die Merkmale des Anspruches 19 gekennzeichnet.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung ist der jeweilige statische Mischer als, gegebenenfalls mit der jeweiligen dem jeweiligen zugehörigen Raumteil begrenzenden Begrenzungswand in Berührung stehende Trennwand ausgeführt.

Vorteilhaft kann beziehungsweise können das Mischelement, eines oder mehr der Mischelemente oder die Mischelemente im jeweiligen Autoklaven oder einem Teil derselben und/oder im sonstigen jeweiligen Verweilgefäss oder in einem Teil desselben angeordnet sein.

Statt dessen oder zusätzlich dazu kann das jeweilige Mischelement, eines oder mehr der Mischelemente oder die Mischelemente im jeweiligen Rohr oder in einem Teil desselben angeordnet sein.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung weist diese im jeweiligen Autoklaven und/oder im jeweiligen sonstigen Verweilgefäss und/oder im jeweiligen Ausrührreaktionsgefäss befindlichen von um die Längsachse mit einer jeweiligen Begrenzungswand von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil umgebenen Raumteil und/oder im jeweiligen in dem jeweiligen Wärmeaustauscher eine oder mehr mit der Längsachse und/oder irgendeiner durch die Längsachse gelegten vorherbestimmten Ebene oder mit der jeweiligen Begrenzungswand um die Längsachse zumindest zum Teil abwechselnd, gegebenenfalls veränderbare, spitze oder stumpfe Winkel einschliessende und gegebenenfalls veränderbare Diskontinuitäten aufweisende Trennwände beziehungsweise Teile von solchen auf, wobei die von diesen und/oder der jeweiligen Begrenzungswand begrenzten Raumteile mit in der Richtung der Längsachse zumindest teilweise abwechselnd sich erweiterndem beziehungsweise verengendem Querschnitt ausgeführt sind, sowie hat gegebenenfalls an der Eintrittsstelle der einzelnen und/oder vermischten Materialströme eine oder mehr stetig sich verengende jeweilige Begrenzungs- und/oder Trennwand und/oder gegebenenfalls an der Austrittsstelle der einzelnen und/oder vermischten Materialströme eine oder mehr stetig sich erweiternde jeweilige Begrenzungs- und/oder Trennwand.

Vorteilhaft kann die jeweilige Trennwand beziehungsweise ein Teil derselben die Diskontinuität(en) aufweisen.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung weist diese als Trennwände solche, welche gegenüber irgendeiner durch die Längsachse gelegten vorherbestimmten Ebene stetig sich ändernde mit der Längsachse abwechselnd spitze und stumpfe Winkel einschliessende Schrauben- beziehungsweise Spiralförmige beziehungsweise gedrehte Form haben, auf.

Nach einer spezielleren vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung weist diese als Trennwände solche, welche aufeinanderfolgend in entgegengesetzter Richtung geschraubt beziehungsweise gedreht und gegebenenfalls mit ihrem jeweiligen Anfang gegenüber dem jeweiligen Ende der jeweiligen vorhergehenden Trennwand um einen gegebenen Winkel verdreht angeordnet sind, auf.

Nach einer anderen spezielleren vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung schliesst die Längsachse der den jeweiligen zugehörigen Raumteil von mindestens drei Seiten zumindest zum Teil umgebenden jeweiligen Begrenzungswand mit der Waagerechten einen Winkel von mindestens 30°, insbesondere 45°, ein.

Zweckmässig hat die Vorrichtung in Reihe geschaltet abwechselnd mindestens einen mindestens ein statisches Mischelement aufweisenden Oberflächenwärmetauscher und/oder Rohrwärmetauscher, mindestens einen, mindestens ein von mindestens einer zumindest in Teilabschnitten stetig sich erweiternden und/oder verengenden Begrenzungswand umgebenes statisches Mischelement aufweisenden beziehungsweise aufweisendes beziehungsweise aufweisende Autoklaven und/oder andere[s] Verweilgefäss(e), wie Rohr(e), gegebenenfalls ein oder mehr zumindest einen Teil der Oberflächenwärmetauscher und/oder Rohrwärmetauscher mit mindestens einem Teil der Autoklaven und/oder anderen Verweilgefässe und/oder zumindest einen Teil der aufeinanderfolgenden Autoklaven miteinander verbindende[s], vorteilhaft ein oder mehr statische[s] Mischelement(e) aufweisende[s] Rücklaufrohr(e) und ferner eine oder mehr mit dem beziehungsweise den Autoklaven und/oder anderen Verweilgefäss(en) und/oder Wärmeaustauscher(n) in Reihe geschaltete Fördermaschine(n).

Das erfindungsgemässe Verfahren und die Vorrichtung zur Durchführung desselben bringen gegenüber den bekannten Bayer-Verfahren und zugehörigen Vorrichtungen zum Aufschliessen und Lösen von Bauxit zur Herstellung von Tonerde vor allem die folgenden Vorteile mit sich. Mit den ersteren kann infolge der grösseren Wärmeübergangszahl K eine gesteigerte Wärmeübertragung und dadurch eine vollständige oder zumindest bedeutende Vermeidung von Ablagerungen erreicht werden. Daher genügen zum Erzielen der gleichen Ergebnisse kleinere Rohrlängen beziehungsweise Berührungsoberflächen und weniger Energie. Auch können der Bedarf an Chemikalien zur Säurebehandlung und die durch die Säurebehandlung bedingten Produktionsausfälle eingespart werden und infolge des Fortfallens der Säurebehandlung ist die Lebensdauer der Anordnung erhöht. Durch all dies ist erfindungsgemäss ein geringerer Aufwand erforderlich.

Die Erfindung wird an Hand der folgenden beispielhaften Darlegungen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

Hierbei sind:

Fig. 1 eine schematische Darstellung im Querschnitt einer Ausführungsform eines statische Mischelemente aufweisenden Rohres der Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens;

Fig. 1a, 1b und 1c Darstellungen von Ausführungsformen von statischen Mischelementen der Vorrichtung im Querschnitt;

Fig. 2 eine Darstellung einer Ausführungsform eines Autoklaven oder Ausrührreaktionsgefässes der Vorrichtung;

Fig. 3 eine Darstellung einer anderen Ausführungsform eines Autoklaven oder Ausrührreaktionsgefässes der Vorrichtung,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines Autoklaven oder Ausrührreaktionsgefässes der Vorrichtung,

Fig. 4a eine Stirnansicht der letzteren, und

Fig. 5 eine Darstellung einer Ausführungsform im Fließschema.

In den Figuren sind die einzelnen, zuströmenden Materialströme mit A bzw. B bezeichnet, und der abströmende, vermischte Materialstrom ist mit AB bezeichnet.

In der Fig. 1 ist ein Rohr 1', das entweder ein Teil der Aufschliessvorrichtung oder ein Teil des Wärmetauschers ist, gezeigt. Innerhalb des Rohres 1' sind in den US-Patentschriften 3 871 624 und 3 918 688 beschriebene statische Mischelemente 1a (in vergrößerter Darstellung in Fig. 1a) in der US-Patentschrift 3 286 992 beschriebene statische Mischelemente 1b (in vergrößerter Darstellung in Fig. 1b) und in den ungarischen Patentanmeldungen MU-620 und MU-619 beschriebene statische Mischelemente 1c (in vergrößerter Darstellung in Fig. 1c), wobei ein Teil der letzteren die Trennwand berührt, angeordnet.

In der Fig. 2 ist innerhalb eines Autoklaven 2 beziehungsweise Ausrührreaktionsgefässes 2 ein von unten nach oben sich erweiterndes Rohr 1'', in welchem sich statische Mischelemente 1b und 1c, an deren Stelle oder zusätzlich zu welchen auch andere Mischelemente vorliegen können, befinden, angeordnet. An den unteren Teil des Autoklaven 2 beziehungsweise Ausrührreaktionsgefässes 2 ist ein in diesen beziehungsweise dieses hineinführendes Gas-Dampf beziehungsweise Schlammeführungsrohr 3 angeschlossen. An seiner Seite im oberen Teil weist der Autoklav 2 beziehungsweise das Ausrührreaktionsgefäss 2 im oberen Teil einen Stutzen 4 zur Zuführung von Aluminatlauge oder Trübe auf. Ferner hat der Autoklav 2 beziehungsweise das Ausrührreaktionsgefäss 2 an seinem Boden einen Abziehstutzen 5 und an seiner Decke einen Gasableitungsstutzen 6.

Es können auch mehrere Rohre 1', 1'' zusammen mit den in ihnen befindlichen statischen Mischelementen 1a, 1b, 1c im Autoklaven 2 beziehungsweise Ausrührreaktionsgefäss 2 angeordnet sein (Rohranordnung 1), wie es in der Fig. 3 dargestellt ist. Die Begrenzungswand 20 um die senkrechte Längsachse der Rohranordnung 1 der Fig. 3 hat einen kreisförmigen Querschnitt und Trennwände 7 schliessen mit der Längsachse mit der Richtung des Pfeiles AB abwechselnd einen spitzen Winkel (α) und einen stumpfen Winkel (β) ein. In der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform bilden α und β Komplementärwinkel. Der Raumteil I wird in der Richtung der Längsachse (also in der Richtung des Pfeiles AB) enger, der Raumteil II wird dagegen in dieser Richtung weiter, der Raumteil III hat einen gleichbleibenden kreisförmigen Querschnitt und ist von der Begrenzungswand 20 begrenzt, der Raumteil IV wird in der Richtung der Längsachse weiter und der Raumteil V wird in dieser Richtung enger; der Raumteil VI hat wiederum einen gleichbleibenden kreisförmigen Querschnitt und ist von der Begrenzungswand 20 begrenzt, der Raumteil VII wird in der Richtung der Längsachse enger und der Raumteil VIII wird in dieser Richtung weiter. Demzufolge werden der Raumteil I und die darauffolgenden Raumteile IV und VII beziehungsweise der Raumteil II und die darauffolgenden Raumteile V und VIII abwechselnd enger und weiter, es besteht aber in gleicher Weise eine Abwechslung im Engerwerden und Weiterwerden zwischen den Raumteilen I und II beziehungsweise zwischen den Raumteilen IV und V beziehungsweise zwischen den Raumteilen VII und VIII. Nach einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Anordnung werden die Raumteile I, IV, VII in der Richtung der Längsachse abwechselnd enger und weiter und der Querschnitt der Raumteile II, V und VIII bleibt jeweils konstant. Die Trennwände 7 der Fig. 3 können auch als eine solche einzige Trennwand, welche an Stellen 10 eine Diskontinuität aufweist, aufgefasst werden. In der Figur 3 bezeichnen A die Stelle des Einführens eines Mediums und B die Stelle des Einführens eines zweiten Mediums. Die Begrenzungswände 8 des sich an die Rohranordnung 1 unten anschliessenden unteren Teiles der Vorrichtung bilden einen Konfusor, wodurch sich ein sich verjüngender Raum an den Stellen Einführung der Medien A und B ergibt, welcher die Medien graduell beschleunigt.

Die Begrenzungswände 9 des sich an die Rohranordnung 1 oben anschliessenden oberen Teiles der Vorrichtung bilden einen Diffusor, wodurch sich ein sich erweiternder Raum zum Abführen des Gemisches aus den Medien A und B (AB-Medium) ergibt, welcher das AB-Medium graduell verzögert.

In der Fig. 4 sind Trennwände 7' um eine mit der Längsachse einen Winkel bildende Achse schraubenförmig angeordnet. Daher schliessen sie ständig sich ändernde Winkel mit irgendeiner durch die Längsachse gelegten im voraus festgelegten Ebene ein. Die aufeinanderfolgenden Trennwände 7' sind zueinander entgegengesetzt geschraubt beziehungsweise verdreht und gegenüber dem Ende einzelner Trennwände 7' oder jeder Trennwand 7' ist der Anfang der jeweiligen nächsten Trennwand 7' um einen bestimmten Winkel verdreht.

In der Fig. 5 ist an einen Rückgewinnungswärmetauscher 11 und ein mit Frischdampf beheizter Wärmeaustauscher 12 angeschlossen. Dieser letztere ist an einen Autoklaven 13, welcher gegebenenfalls auch als Behälter wirken kann, angeschlossen. Der Autoklav 13 ist mit einem Expansionsgefäss 14 verbunden. An Stelle des einen Autoklaven 13 können auch mehrere Autoklaven und an Stelle des einen Expansionsgefässes 14 auch mehrere Expansionsgefässe vorliegen. Aus dem mit Frischdampf beheizten Wärmeaustauscher 12 wird die erwärmte Trübe in den Autoklaven 13 und von diesem in das Expansionsgefäss 14 geleitet. Nach dem Autoklaven 13 kühlt sich die Trübe im Expansionsgefäss 14 ab. Die dadurch entstandene Wärme wird in den Rückgewinnungswärmetauschern 11 ausgenutzt. Die Mischelemente 1a, 1b, 1c können auch im Rohrabchnitt zwischen dem mit Frischdampf beheizten Wärmeaustauscher 12 und dem Autoklaven 13 angeordnet sein. Auch in der Figur 5 zeichnen A die Stelle des Einführens eines Mediums und B die Stelle des Einführens eines zweiten Mediums und AB das Gemisch aus den Medien A und B.

Während des Betriebes der Vorrichtung führen diese und ihre Elemente ausser der bekannten Bewegung der Fördermaschinen keine Bewegung aus. Durch die mit statischen Elementen versehenen Teile der Anordnung können zwei oder mehrere Materialströme, die wie bereits erwähnt in den Figuren mit A und B bezeichnet sind, geleitet werden, es können jedoch A und B auch gleiche Materialströme sein, die sich eventuell durch irgendeine physikalische Eigenschaft, zum Beispiel die Temperatur, voneinander unterscheiden, wobei sie aber im Falle des Wärmeaustausches durch die Wand, auch in allen Hinsichten gleiche eintretende Materialströme sein können. Die Materialströme A und B bewegen sich in die in den Figuren gezeigten Raumteile der Anordnung der Richtung der Pfeile entsprechend und ihre Fortbewegung erfolgt durch die statischen Mischelemente und nach diesen strömt ein vollständig vermischtes oder hinsichtlich physikalischer oder chemischer Eigenschaften verändertes Medium AB weiter.

Ferner wird die Erfindung an Hand der folgenden Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

Es wurde einem Rohr der in der Fig. 1 dargestellten Ausführung eine Trübe von Bauxit und Aluminatlauge zugeführt. Es trat also eine Trübe von gleicher Zusammensetzung und mit gleichen physikalischer Eigenschaften in der Richtung der Pfeile A und B ein. Die statischen Mischelemente 1a, 1b und 1c konnten der Fig. 1 gemäss voneinander verschieden sein, aber sie konnten auch lauter gleiche Mischelemente 1a oder 1b oder 1c oder gemäss der Fig. 4 sein. Die Trübe wurde während ihres Strömens im dargestellten Rohrteil von 81 bis 85 °C auf eine Temperatur von 195 bis 200 °C

erwärmt. Es wurde im dargestellten Rohrteil eine Wärmeübergangszahl von $K = 3000$ bis $3500 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{Stunde} \cdot ^\circ\text{C}$ erreicht und es konnten während des Dauerbetriebes (5 bis 6 Wochen) weder an den statischen Mischelementen noch an der Rohrwand Ablagerungen von Ausscheidungen festgestellt werden.

Ohne Verwendung der statischen Mischelemente 1a, 1b, 1c oder der Mischelemente gemäss Fig. 4 bei sonst gleichen Bedingungen verminderte sich der Anfangswert der Wärmeübergangszahl von $K = 700$ bis $800 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{Stunde} \cdot ^\circ\text{C}$ in 20 Tagen auf $K = 500 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{Stunde} \cdot ^\circ\text{C}$ infolge der im Rohr entstandenen Ablagerung. Diese Ablagerung liess sich nur nach Zerlegen der Anordnung mittels einer Säuremischung in bekannter Weise bei einem Betriebsausfall von 2 bis 3 Tagen entfernen.

Beispiel 2

Es wurde in einen Autoklaven 2 der in der Fig. 2 dargestellten Ausführung, in welchem weder ein mechanischer Rührer noch Wärmetauscherrohrrschlangen waren, überhitzter Dampf mit einer Temperatur von 350°C durch das Dampfzuführungsrohr 3 eingeführt. Durch den an der Decke des Autoklaven befindlichen Gasableitungsstutzen 6 strömte ein Dampf mit einer Temperatur von 350°C aus. Der zugeführte Dampf strömte durch das Rohr 1'' innerhalb des Autoklaven. Der nach oben strömende Dampf brachte auch die im Autoklaven 2 befindliche Trübe in eine nach oben gerichtete Strömung und während der unmittelbaren und auf grosser Fläche erfolgenden Berührung wurde sie auf eine Temperatur von 200°C erwärmt.

Ohne Verwendung der statischen Mischelemente musste eine Heizrohrrschlange mit einer Oberfläche von 130 m^2 und zwecks der Rührung ein mechanisches Rührwerk mit einer Leistung von 15 kW in den Autoklaven eingebaut werden.

Beispiel 3

Es wurde eine eingestellte und entkieselte Trübe mittels einer Kolben- oder Membranpumpe mit einer Leistung von $300 \text{ m}^3/\text{Stunde}$ und einem Druck von 65 bis 85 bar in eine Vorwärmereinheit gefördert. Die Vorwärmer waren Wärmeaustauscher mit dem Aufbauprinzip «Rohr-im-Rohr», in welche statische Mischelemente eingebaut waren.

Der Rückgewinnungsteil der Vorwärmer wurde durch die Brüden, die während der Ausdehnung der erwärmten Trübe freigesetzt wurden, betrieben.

Die Rückgewinnungstemperatur betrug 195 bis 200°C .

5 Nach den Rückgewinnungswärmeaustauschern wurde die Trübe durch mit frischem Dampf beheizte Wärmeaustauscher vom gleichen Typ auf die benötigte Endtemperatur von 240 bis 250°C erwärmt. Der dazu notwendige Dampfdruck betrug 36 bis 40 bar.

10 Die erwärmte Trübe wurde ohne Verwendung von Rührelementen in einen Autoklaven beziehungsweise eine Autoklaveneinheit eingeführt, in welchem beziehungsweise welcher das Aufschliessen beziehungsweise Lösen vor sich ging. Bei der Durchführung entsprechend dem gegebenen Beispiel 15 wurde nur ein Autoklav statt einer Autoklaveneinheit benötigt. Vor dem Autoklaven sicherte eine statische Mischbatterie die Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit. Der Autoklav hatte keine Innenheizung, weswegen auf den Heizflächen keine Ablagerung erfolgt. Die Aufgabe des Autoklaven bestand in der Sicherstellung der Verweilzeit zwecks vollständigerer Reaktion. In einer auf den Autoklaven folgenden Expansionseinheit kühlte sich die Trübe ab. Es genügte, das Entfernen der Ablagerungen an der Mantelwand bei einer Betriebspause nach 1 bis 2 Jahren durchzuführen. Die 25 Betriebszeit betrug im Falle von inneren Heizflächen 4 bis 5 Monate, wonach die Anordnung gereinigt werden musste.

Beispiel 4

30 Es wurde eine Trübe in Ausrührreaktionsgefässen eines modernen Betriebes mit einer Jahreskapazität von 200 000 Mg 40 bis 60 Stunden lang verweilen gelassen. Der durchschnittliche Sauerstoffbedarf betrug 200 bis 300 Nm^3 . Zur Erzeugung von 1 Nm^3 Luft mit einem Druck von 4 bis 5 bar 35 wurde eine Elektrizitätsmenge von $0,09 \text{ kWh}$ verbraucht, das heisst insgesamt 18 bis 27 kWh . Diese Elektrizitätsmenge liess sich auf etwa die Hälfte vermindern, wenn die Pumpenarbeit der Ausführungsform gemäss Fig. 2 ausgenutzt wurde. Die Flüssigkeit trat durch das Schlammeinführungsrohr 40 3 ein und die in das Rohr 1'' eingebauten statischen Mischelemente 1a, 1b und 1c oder die statischen Mischelemente 7' gemäss Fig. 4 forderten das Ausrühren.

45

50

55

60

65

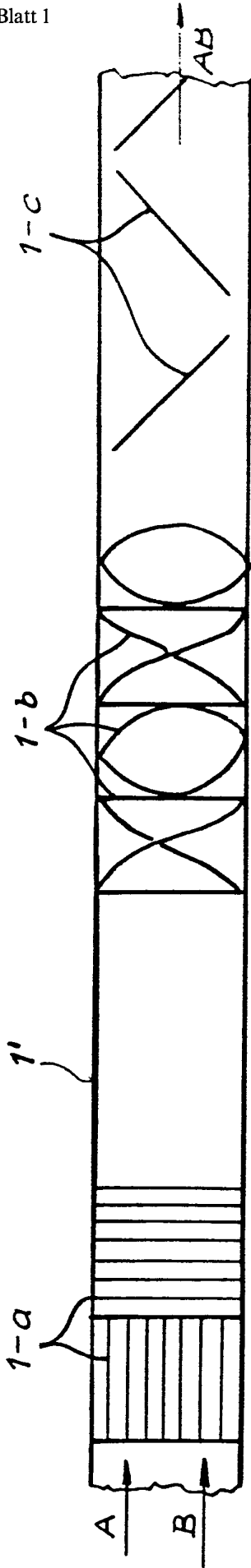


Fig. 1

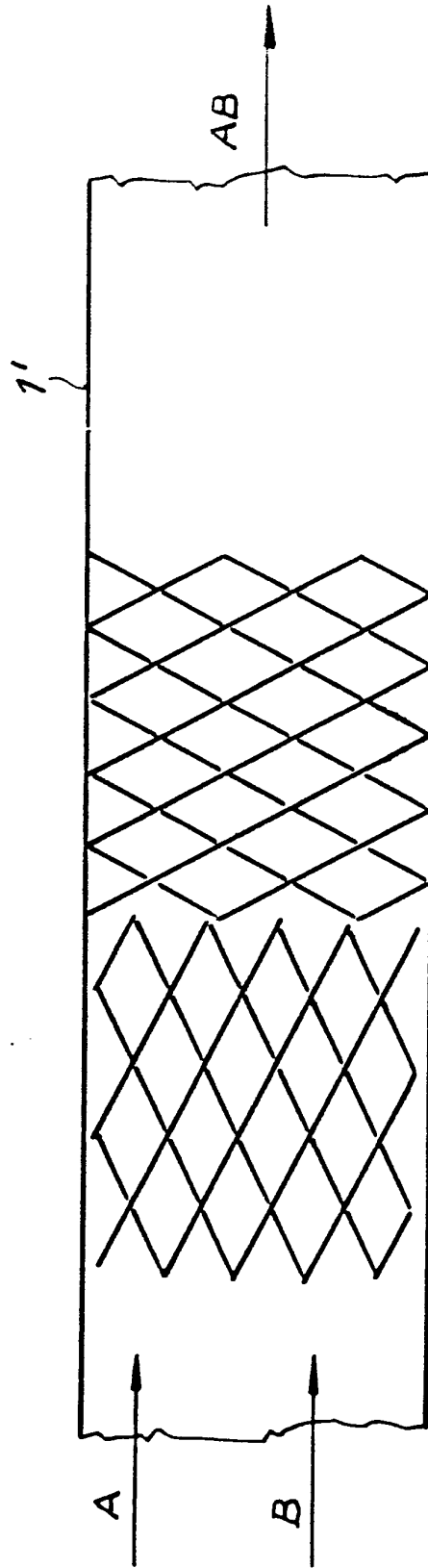


Fig. 1a

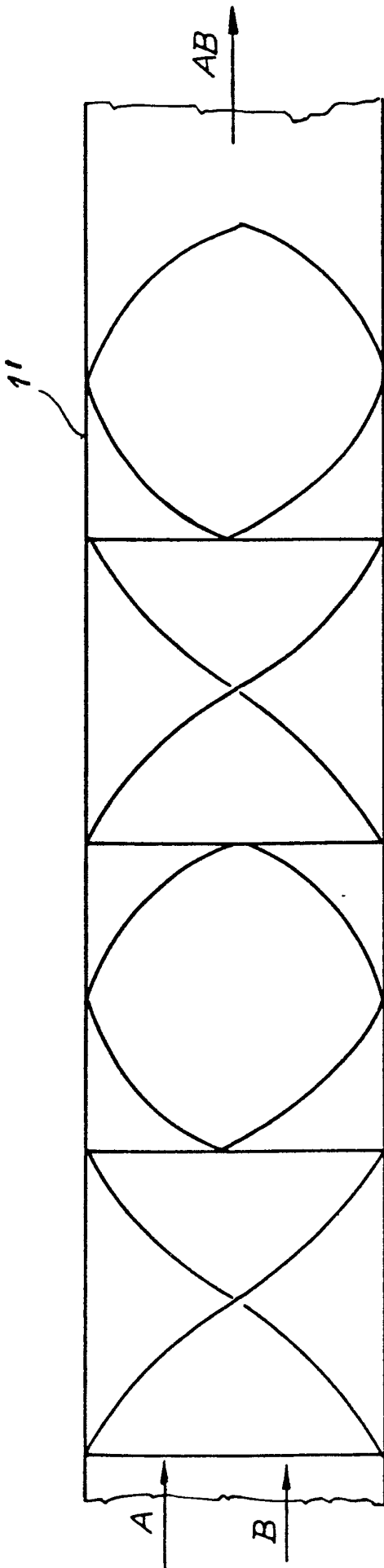


Fig. 1b

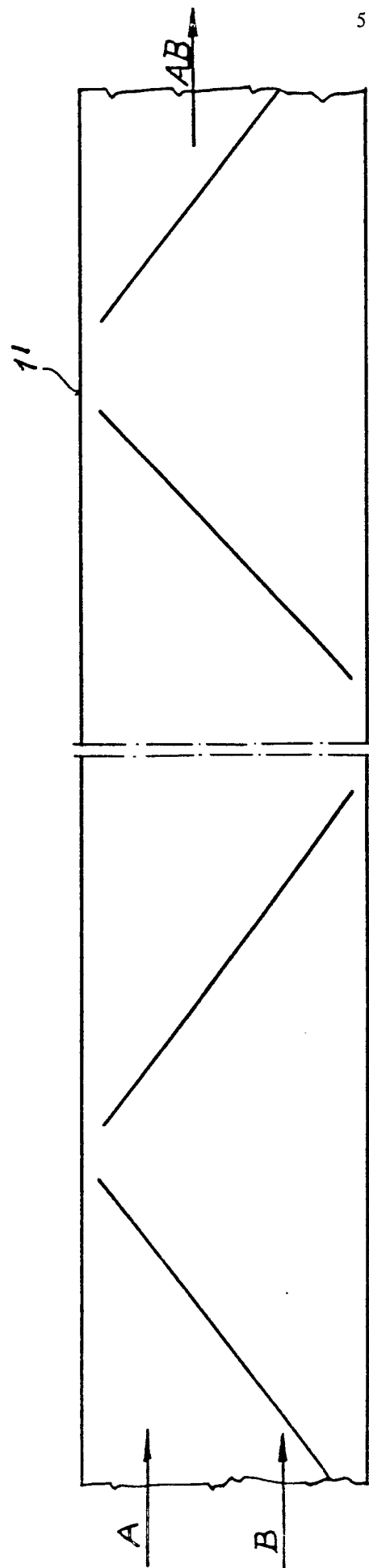
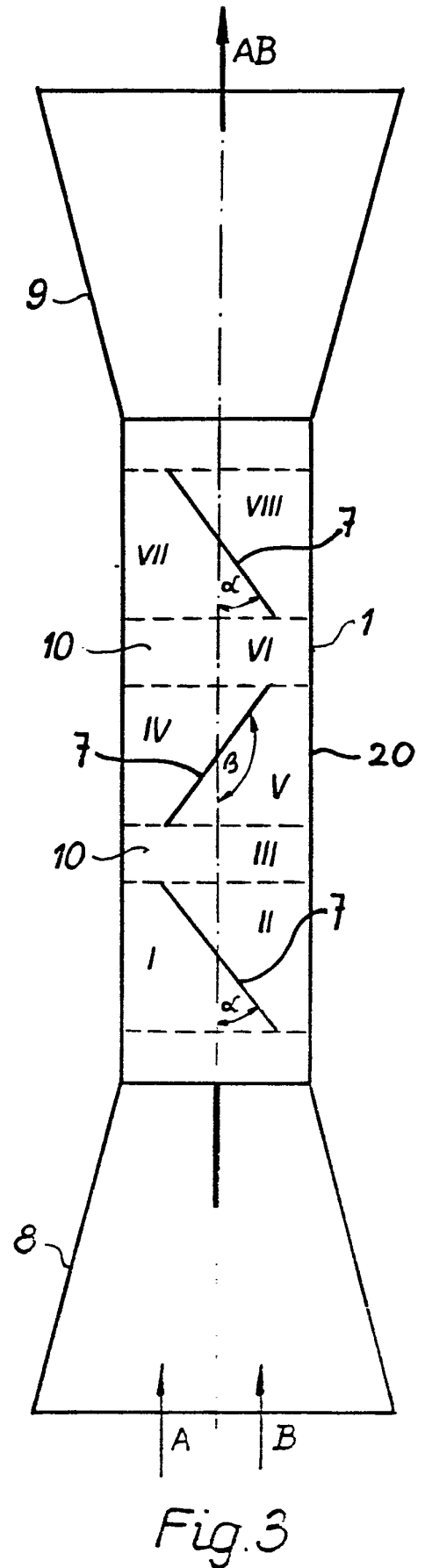
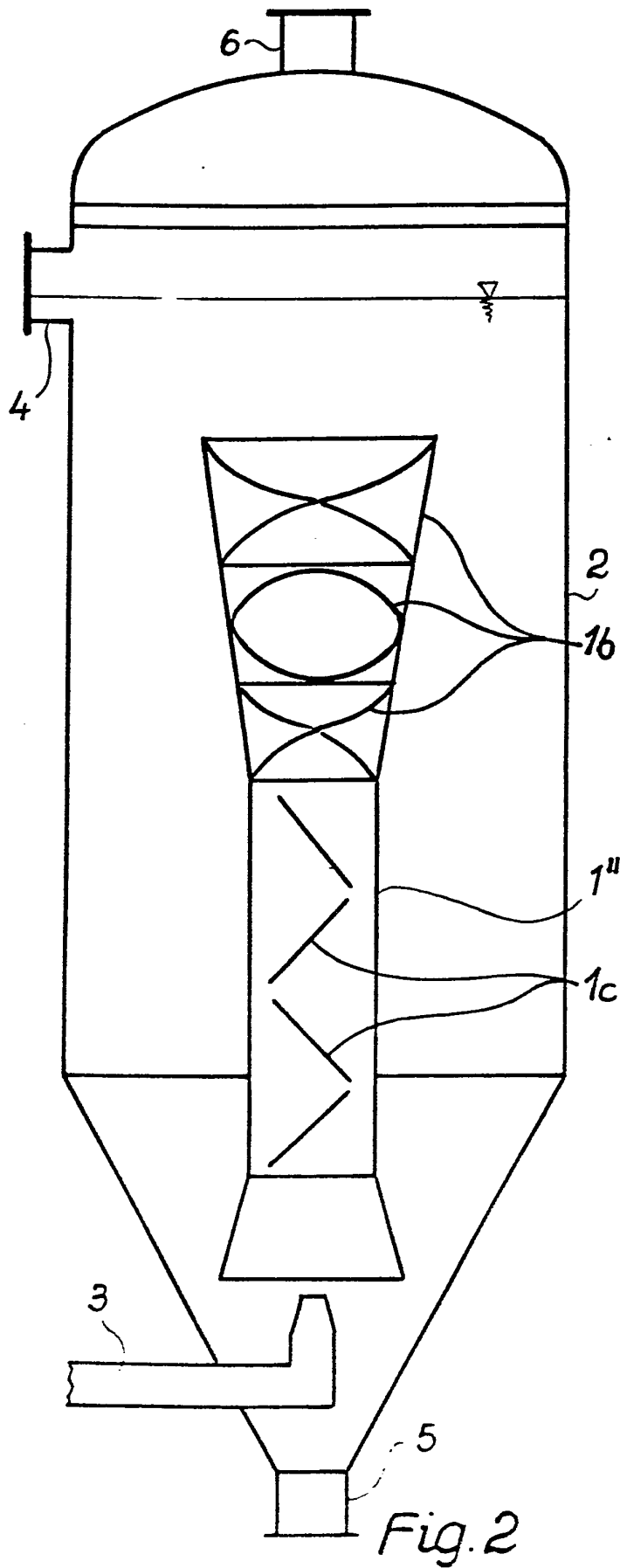


Fig. 1c



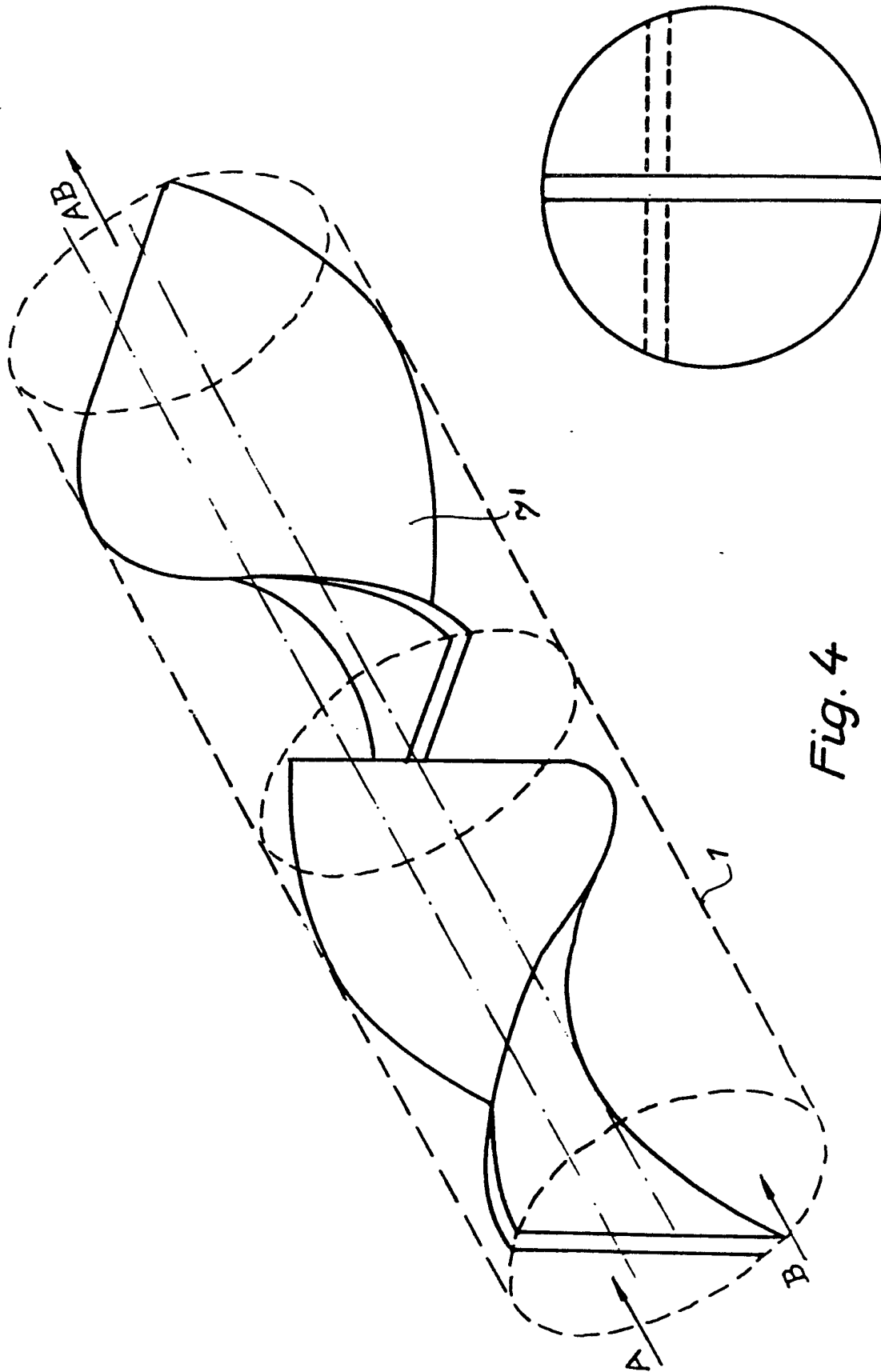


Fig. 4

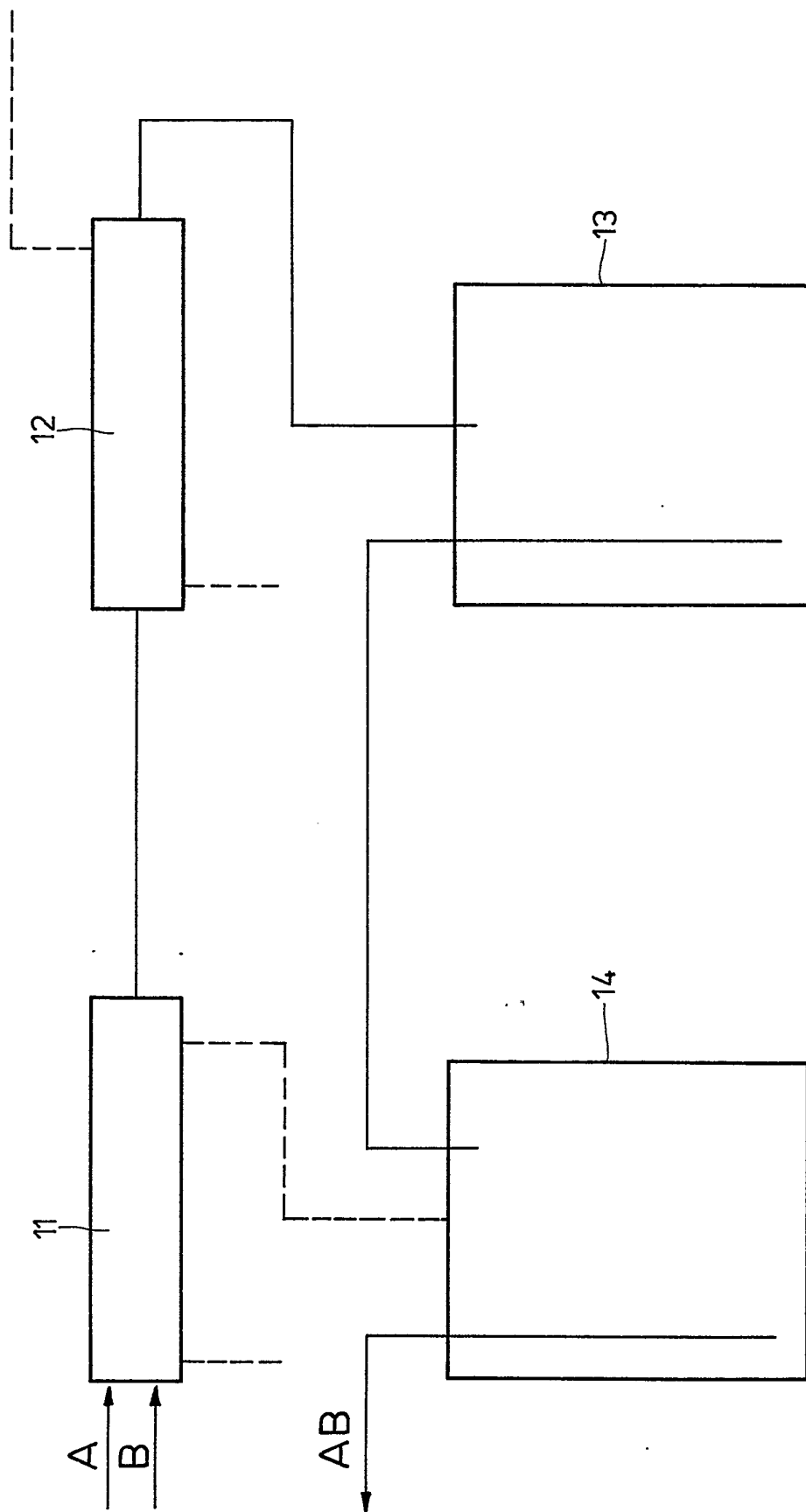


Fig.5