



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 04 037 T2 2004.04.15**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 175 253 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 04 037.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/CA00/00524**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 926 606.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/67885**

(86) PCT-Anmeldetag: **05.05.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **16.11.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.07.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.04.2004**

(51) Int Cl.7: **B01D 63/02**

B01D 63/04, B01D 53/22

(30) Unionspriorität:

305655 05.05.1999 US

(73) Patentinhaber:

**Alberta Research Council, Inc., Edmonton,
Alberta, CA**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Kern, Volpert und Kollegen, 81369
München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**FENG, Xianshe, Waterloo, CA; IVORY, John,
Edmonton, Alberta T6N 1E4, CA**

(54) Bezeichnung: **HOHLFASERNMEMBRANVORRICHTUNGEN UND VERFAHREN ZU DEREN MONTAGE**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf Hohlfasermembranvorrichtungen für die Fluidbearbeitung. Insbesondere bezieht sie sich auf eine doppelte Offen-End-Hohlfaserbündelvorrichtung und auf Verfahren zum Zusammenbauen solcher Vorrichtungen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Hohlfasermembranvorrichtungen für die Bearbeitung von Fluiden werden allgemein in einer Form zusammengebaut, welche einem Rohrbündelwärmeaustauscher ähnelt. Eine Vielzahl von Hohlfasern sind in einem länglichen Bündel angeordnet und in einem Mantelkapselgehäuse ummantelt. Die Hohlfasern sind an beiden Enden in einen Rohrboden eingebettet, welcher Rohrboden normalerweise aus einem Harzmaterial hergestellt ist. Die Hohlfasermembranen verwendenden Fluidbearbeitungsvorrichtungen können entweder als Vorrichtung mit mantelseitiger Zuführung oder als Vorrichtung mit bohrungsseitiger Zuführung gestaltet sein.

[0003] Bei der Konfiguration mit mantelseitiger Zuführung wird das zu behandelnde Fluid zur Außenseite der Hohlfasern eingespeist, und ein Teil des Fluids permeiert durch die Faserwand in die Lumen der Hohlfasern. Das Permeat-Fluid wird von einer oder von beiden Enden der Faserlumen abgezogen. Das Nicht-Permeat-Fluid wird aus einem Bereich auf der Mantelseite ausgetragen, welcher häufig in Längsrichtung von dem Fluideinlass entfernt ist, um eine gewünschte Gleichstrom- oder Gegenstrom-Strömungskonfiguration zu erreichen. Eindeutig sollte bei der Konfiguration mit mantelseitiger Zuführung wenigstens ein Rohrboden in einer Art gefertigt sein, daß die Bohrungen der Hohlfasern durch den Rohrboden kommunizieren und zur Außenseite des Rohrbodens offen sind, welche dem Faserbündel gegenüberliegt. Solch ein Rohrboden wird als ein aktiver Rohrboden in Bezug genommen, welcher zum Einführen eines Fluids zu den Faserlumen oder zum Abziehen aus den Faserlumen geeignet ist. In Abhängigkeit davon, ob ein oder beide Rohrböden aktiv sind, wird das Faserbündel als einfach offenendig oder doppelt offenendig angesehen. Die meisten kommerziellen Hohlfasermembranvorrichtungen zur Fluidtrennung übernehmen die Konfiguration mit mantelseitiger Zuführung.

[0004] Alternativ dazu kann das zu bearbeitende Fluid in einer Trennvorrichtung mit bohrungsseitiger Zuführung den Faserlumen an einem Ende der Hohlfaservorrichtung zugegeben werden, und ein Nicht-Permeat-Fluid tritt aus den Faserbohrungen am anderen Ende der Vorrichtung aus. Dies erfordert zwei aktive Rohrböden, einen an jedem Ende des Faserbündels. Die letztere Konfiguration ist bei bestimmten Anwendungen, wie zum Beispiel der Stick-

stoffherstellung aus Luft, verwendet worden.

[0005] Beim Fluidbearbeiten durch Membranen ist häufig eine bedeutende Druckdifferenz über die Membran erforderlich, um die Triebkraft für den Stoffübergang von einer Seite der Membran zur anderen Seite der Membran bereitzustellen. Verglichen mit der mantelseitigen Zuführung wird bei Hohlfaservorrichtungen mit bohrungsseitiger Zuführung eine gleichmäßigere Strömungsverteilung der Zuführung auf die Membranfläche erzielt, was für einen wirkungsvollen Betrieb günstig ist. Außerdem sind bei der Konfiguration mit bohrungsseitiger Zuführung lediglich die Faserwand und die Endabdeckungen mit Druck beaufschlagt, und der Druck auf der Mantelseite der Membranvorrichtung ist im wesentlichen niedrig, was das mechanische Festigkeitserfordernis des ummantelnden Gehäuses der Vorrichtung herabsetzt. Wenn jedoch ein unter Druck stehendes Fluid zu den Faserbohrungen oder weg von diesen strömt, wird ein bedeutender Druck auf die Rohrböden ausgeübt. Da auf der Innenfläche der Rohrböden keine Ausgleichskräfte bestehen, bewirkt der Druck ein Zusammenbrechen des Faserbündels zwischen den Rohrböden.

[0006] Verschiedene herkömmliche Vorrichtungen haben Abstützeinrichtungen für das Faserbündel und die Rohrböden. Das für Caskey et al. herausgegebene US-Patent 4 961 760 beschreibt eine Hohlfasermembran-Fluidtrennvorrichtung mit bohrungsseitiger Zuführung, die eine zylindrische Rohrboden-Stützeinrichtung hat, welche das Hohlfaserbündel ummantelt und in die Rohrböden an jedem Ende des Bündels eingebettet ist. Die Rohrboden-Stützeinrichtung ist in das Hohlfaserbündel zum Zeitpunkt der Herstellung zu integrieren, was die Ausgaben und die Komplexität der Hohlfaserbündel erhöht.

[0007] Alternativ dazu gibt es Vorrichtungen, bei denen der Mantel als solcher als Rohrboden-Stützeinrichtung wirkt, indem dieser einen Querschnittsdurchmesser hat, welcher geringer als der Durchmesser des Rohrbodens ist. Bei diesen Vorrichtungen ist jedoch wenigstens ein Rohrboden an Ort und Stelle herzustellen, nachdem das Hohlfaserbündel in den Mantel eingesetzt worden ist, was eine mühsame Prozedur ist. In dem US-Patent 4 929 259 ist eine Vorrichtung offenbart, welche das Ausbilden von Harzpfropfen zum Vergrößern der Rohrböden erfordert, nachdem diese mit dem Mantelgehäuse zusammengebaut worden sind.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Die Erfindung bezieht sich auf Fluidbearbeitungsvorrichtungen, welche ein doppeltes, offenendiges Hohlfaserbündel für die Fluidbearbeitung mit bohrungsseitiger Zuführung enthalten.

[0009] Die vorliegende Erfindung schafft eine Gestaltung von Hohlfasermembranvorrichtungen, welche für bohrungsseitige Zuführung geeignet sind, und ermöglicht noch den Gleiteinbau eines vorgefer-

tigten Faserbündels mit zwei Rohrböden. Wenigstens ein Rohrboden ist mittels einer aufgegliederten Scheibe abgestützt, um die Kraft auszugleichen, welche von der in Längsrichtung quer über den Rohrboden ausgeübten Druckdifferenz herrührt. Vorteilhafterweise kann das Faserbündel mit beiden Rohrböden vor dem Einsetzen in ein Mantelgehäuse oder eine Aufnahme gebildet werden. Die vorliegende Erfindung erfordert kein nachfolgendes Bearbeiten an den Rohrböden, nachdem diese in das Gehäuse eingesetzt worden sind. Außerdem ist die Hohlfasermembranvorrichtung dieser Erfindung leicht auszubauen. Das Austauschen der Hohlfasermembranbündel in der Membranvorrichtung geschieht geradeausgehend, und der Membrankapselbehälter ist ohne das Erfordernis einer bearbeitenden Tätigkeit wiederverwendbar. Diese Merkmale sind besonders für einen Vor-Ort-Service von Membranvorrichtungen wünschenswert.

[0010] Grundelemente der Vorrichtung dieser Erfindung umfassen eine Vielzahl von Hohlfasermembranen, die in einem länglichen Bündel eingebettet in ein fluiddichtes Mantelgehäuse angeordnet sind. An jedem Ende des Faserbündels sind die Fasern in einem Rohrboden eingebettet, welcher aus einem Epoxidharz oder einem anderen Harzmaterial hergestellt ist. Das Faserbündel ist derart angeordnet, daß die Hohlfasern durch den Rohrboden kommunizieren, wobei die Faserbohrungen auf der Außenseite der Rohrböden offen sind, welche Rohrböden dem Faserbündel gegenüberliegen. Wenigstens ein Rohrboden ist mittels einer Stützeinrichtung abgestützt, die eine aufgegliederte Scheibe aufweist, welche gegen den Rohrboden im Bereich nahe einer ringförmigen Fläche auf der Innenseite des Rohrbodens angeordnet ist, welcher dem Faserbündel gegenüberliegt. Erste und zweite Endabdeckungen sind angeordnet und im einzelnen zum Abdichten des Mantelgehäuses am ersten und zweiten Ende des Gehäuses nahe den ersten und zweiten Rohrböden geeignet. Wenigstens eine Endabdeckung ist zum Aufnehmen eines Rohrbodens geeignet. Diese Vorrichtung kann eine Anzahl von Anschlüssen für den Fluideinlass und -auslass in Abhängigkeit von den speziellen Anwendungen, wie zuvor erläutert, aufweisen. Wenigstens eine Fluideinlassöffnung wird dazu verwendet, ein Fluid in die Bohrungen der Hohlfasermembranen an einem Ende des Faserbündels zu leiten, und wenigstens ein Fluidauslassanschluss ist am anderen Ende des Faserbündels angeordnet, um ein Fluid aus den Bohrungen der Hohlfasern abzulassen. Zwischen der Außenfläche der Hohlfasern und dem Gehäuse ist ein Raum festgelegt. Bei einer Vorrichtung mit vier Anschlüssen kommunizieren ein Fluideinlass und ein Fluidauslass in dem Gehäuse, welche nahe den beiden Enden des Faserbündels angeordnet sind, mit diesem Raum. Wenn am Gehäuse ein Fluidauslass und ein Fluideinlass vorgesehen ist, wird die Vorrichtung zu einer Vorrichtung mit drei Anschlüssen. Wenn sowohl Fluideinlass als auch -aus-

lass am Gehäuse fehlen oder verstopft sind, wird die Vorrichtung zu einer Vorrichtung mit zwei Anschlüssen. Natürlich sind auch andere Konfigurationen mit Mehrfachanschlüssen möglich.

[0011] Die Hohlfasern bei den Vorrichtungen können jedwede Hohlfasermembranen, poröse oder nichtporöse, polymere oder nichtpolymere, in Abhängigkeit der speziellen Anwendungen sein. Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Hohlfasern um einen zentralen Kern in einer zylindrischen Gestalt angeordnet. Der zentrale Kern kann ein Rohr oder ein Stab sein, welcher aus Kunststoff oder metallischen Materialien gefertigt ist, welcher sich zu beiden Rohrböden des Faserbündels erstreckt.

[0012] Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst die Erfindung somit eine Hohlfasermembran-Fluidtrennvorrichtung mit bohrungsseitiger Zuführung, umfassend:

- a) ein zylindrisches Gehäuse mit einem Innendurchmesser und ersten sowie zweiten Enden, wobei das erste Ende einen Stützflansch umfasst;
- b) mehrere Hohlfasermembranen, die in einem länglichen Bündel angeordnet sind, wobei das Bündel erste und zweite Enden sowie einen Außendurchmesser hat;
- c) einen ersten Rohrboden mit einer Außenseite und einer Innenseite und mit einem Durchmesser, welcher geringer als der Innendurchmesser des Gehäuses ist, wobei der erste Rohrboden das erste Ende des Hohlfasermembranbündels derart ummantelt, daß die Hohlfasermembranen hindurch kommunizieren und auf der Außenseite offen sind;
- d) einen zweiten Rohrboden mit einer Außenseite und einer Innenseite, welcher das zweite Ende des Hohlfasermembranbündels derart ummantelt, daß die Hohlfasermembranen hindurch kommunizieren und auf der Außenseite offen sind, wobei der zweite Rohrboden am zweiten Ende des Gehäuses abgestützt ist;
- e) eine erste Endabdeckung, die mit dem Gehäuse in einer fluiddichten Weise verbunden ist, um die Außenseite des ersten Rohrbodens zu umschließen, und eine zweite Endabdeckung, welche mit dem Gehäuse in einer fluiddichten Weise verbunden ist, um die Außenseite des zweiten Rohrbodens zu umschließen; und
- f) eine Rohrbodenabstützung, welche eine in zwei oder mehr Teile aufgegliederte, ringförmige Scheibe aufweist, welche Teile zusammen das Hohlfasermembranbündel nahe der Innenseite des ersten Rohrbodens umschließen, und welche Scheibe einen Außendurchmesser hat, der größer als der Innendurchmesser des Gehäuses ist, so daß die ringförmige Scheibe durch den Stützflansch abgestützt ist.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das zweite Ende des Gehäuses ebenfalls einen Stützflansch auf, und der zweite Rohrboden hat

ebenfalls einen Durchmesser, welcher geringer als der Innendurchmesser des Gehäuses ist. Die Vorrichtung weist ferner eine zweite Rohrbodenabstützung auf, die eine in zwei Teile aufgegliederte, ringförmige Scheibe aufweist, welche Teile zusammen das Hohlfasermembranbündel nahe der Innenseite des zweiten Rohrbodens umschließen.

[0014] Gemäß einer ferner bevorzugten Ausführungsform weist das Gehäuse zwei zylindrische Teile auf, die durch einen Gewinde-Verbindungskörper verbunden sind, welcher, sofern er in einer Richtung gedreht wird, ein Erhöhen der Länge des Gehäuses herbeiführt, und, wenn er in der anderen Richtung gedreht wird, ein Abnehmen der Länge des Gehäuses bewirkt.

[0015] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung gibt die Erfindung ein Verfahren zum Zusammenbauen einer Hohlfasermembranvorrichtung an, welches Verfahren aufweist:

- a) Vorsehen eines Hohlfasermembranbündels mit ersten und zweiten Rohrböden an jedem Ende des Bündels;
- b) Vorsehen eines zylindrischen Gehäuses mit einem einen Stützflansch aufweisenden, ersten Ende, einem zweiten, eine Stützscheibe aufweisenden Ende, einem Innendurchmesser, welcher größer als der Durchmesser des ersten Rohrbodens ist, und mit einer Länge zwischen der Stützscheibe und dem Stützflansch, welche etwa der Länge des Hohlfasermembranbündels zwischen dem ersten und dem zweiten Rohrboden entspricht;
- c) Einsetzen des ersten Rohrbodens und des Hohlfasermembranbündels in das zweite Ende des Gehäuses, bis der zweite Rohrboden gegen die Stützscheibe anliegt und durch diese abgestützt ist;
- d) Abstützen des ersten Rohrbodens durch Einsetzen eines ersten Teils einer ringförmigen Scheibe zwischen dem Stützflansch und dem ersten Rohrboden und anschließendes Einsetzen eines zweiten Abschnitts der ringförmigen Scheibe, so daß die ersten und zweiten Teile zum Umschließen des Hohlfaserbündels zusammenpassen; und
- e) Abdecken des ersten und des zweiten Endes des Gehäuses in einer fluiddichten Weise.

[0016] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung schafft die Erfindung ein Verfahren zum Zusammenbauen einer Hohlfasermembranvorrichtung, welches Verfahren aufweist:

- a) Vorsehen eines Hohlfasermembranbündels mit ersten und zweiten Rohrböden an jedem Ende des Bündels;
- b) Vorsehen eines zylindrischen Gehäuses mit einem einen Stützflansch aufweisenden, ersten Ende, einem zweiten, einen Stützflansch aufweisenden Ende, einem Innendurchmesser, welcher größer als der Durchmesser des ersten Rohrbodens ist, und mit einer Länge zwischen dem ersten

Stützflansch und dem zweiten Stützflansch, welche etwa der Länge des Hohlfasermembranbündels zwischen dem ersten und dem zweiten Rohrboden entspricht;

- c) Einsetzen des ersten Rohrbodens und des Hohlfasermembranbündels in das zweite Ende des Gehäuses;
- d) Abstützen des zweiten Rohrbodens mit einer ringförmigen Scheibe, welche an den zweiten Stützflansch auf einer Seite und an den Rohrboden auf der anderen Seite anstößt;
- e) Abstützen des ersten Rohrbodens durch Einsetzen eines ersten Teils einer aufgegliederten, ringförmigen Scheibe zwischen dem Stützflansch und dem ersten Rohrboden und anschließendes Einsetzen eines zweiten Teils der ringförmigen Scheibe, so daß der erste und der zweite Teil zum Umschließen des Hohlfaserbündels zusammenpassen und die ringförmige Scheibe auf der einen Seite an den ersten Stützflansch und auf der anderen Seite an den ersten Rohrboden anstößt; und
- f) Abdecken des ersten und des zweiten Endes des Gehäuses in einer fluiddichten Weise.

BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0017] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von vier beispielhaften Ausführungsformen mit Bezug auf die beigefügten, vereinfachten, schematischen, nicht maßstabsgerechten Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- [0018] **Fig. 1** einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Hohlfasermembranvorrichtung;
- [0019] **Fig. 1A** einen Querschnitt entlang der Linie A-A in **Fig. 1**;
- [0020] **Fig. 2** einen Längsschnitt durch eine alternative, erfindungsgemäße Ausführungsform;
- [0021] **Fig. 3** einen Längsschnitt durch eine andere alternative, erfindungsgemäße Ausführungsform;
- [0022] **Fig. 4** einen Längsschnitt durch eine andere alternative, erfindungsgemäße Ausführungsform;
- [0023] **Fig. 5** einen Längsschnitt durch eine andere alternative, erfindungsgemäße Ausführungsform.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0024] Diese Erfindung ist auf eine neue Hohlfasermembranvorrichtung gerichtet, welche eine Rohrbodenabstützung aufweist, die für eine bequeme Montage der Trennvorrichtung ermöglicht, das Erfordernis einer Rohrbodenbearbeitung, wenn das Faserbündel erst einmal in das Gehäuse eingesetzt worden ist, zu beseitigen.

[0025] Wie hier zum Einsatz kommend, haben die folgenden Begriffe die folgenden Bedeutungen:

- (a) Der Begriff "Fluid" bezieht sich auf jedweden Stoff in einem gasförmigen, flüssigen oder dampfförmigen Zustand;

(b) der Begriff "Hohlfaser" bezieht sich auf eine längliche Faser mit einer zentralen Bohrung und Öffnungen an jedem Ende, welche Faser zum Ermöglichen einer selektiven Permeation einer oder mehrerer Komponenten in einem Fluidgemisch entweder nichtporös oder zum Gestatten einer Fluidverbindung durch die Poren in der Faserwand mikroporös sein kann;

(c) der Begriff "Poren" in der Faserwand bezieht sich auf die Durchgänge, durch welche ein Fluid mit Hilfe viskoser oder Knudson-Strömungsmechanismen quer durch die Faserwand kommunizieren kann. Wenn solche Poren in der Faserwand vorliegen, wird die Faser als mikroporös angesehen.

[0026] Eine Vielzahl von Hohlfasermembranen ist in einem länglichen Bündel angeordnet. Vorzugsweise nimmt solch ein Bündel eine zylindrische Gestalt an, wobei die beiden Enden der Hohlfasern an jedem Ende des zylindrischen Bündels angeordnet sind. Um jedes Ende des Faserbündels ist ein Rohrboden vorgesehen. Der Rohrboden ist derart angeordnet, daß jede der Hohlfasern in den Rohrboden eingebettet ist, und die Bohrungen der Hohlfasern durch beide Seiten der Rohrböden in Verbindung stehen. Der Rohrboden kann aus jedweder geeigneten Vergussmasse hergestellt sein. Vorzugsweise besteht der Rohrboden aus harzhaltigen, wärmehärtenden oder thermoplastischen Materialien, welche die Hohlfasern verkleben, jedoch diese nicht nachteilig beeinflussen. Die Harzmaterialien sollten, wenn sie vollständig ausgehärtet sind, bei der Aussetzung gegenüber dem Fluid eine ausreichende chemische Stabilität und mechanische Festigkeit beibehalten. Der Rohrboden kann in jeder geeigneten Weise hergestellt werden, so durch Gießen eines Vergussmaterials um die Enden des Hohlfaserbündels oder Tränken der Enden der Fasern während des Zusammenbaus der Hohlfasern zur Herstellung eines Bündels. Diese Verfahren der Rohrbodengestaltung sind dem Fachmann gut bekannt. Der Rohrboden kann jedwede Gestalt annehmen. Kreisförmige Rohrböden mit einer geeigneten Weite sind jedoch bevorzugt.

[0027] Bei einigen Ausführungsformen sind die Hohlfasern um einen zentralen Kern angeordnet, um ein Bündel zu bilden, wobei solch ein Kern derart angeordnet ist, daß er sich durch beide Rohrböden erstreckt und mit diesen verklebt ist, um eine Abstützung für das Hohlfaserbündel und die Rohrböden zu schaffen. Der Kern kann eine Stange, ein festes Rohr, ein perforiertes Rohr oder ein massives Rohr mit perforierten Abschnitten sein, welches aus irgendeinem festen Material einschließlich Kunststoffen, Metallen oder Verbundwerkstoffen besteht.

[0028] Das Hohlfaserbündel ist in einem Kapselmantel oder Gehäuse untergebracht, welches an beiden Enden offen ist. Eine Endabdeckung ist an jedem Ende des Gehäuses vorgesehen. Wenigstens eine Endabdeckung wird zum Aufnehmen eines Rohrbodens

verwendet. Wenigstens eine Rohrbodenabstützung besteht aus einer ringförmigen Scheibe, welche in zwei halbkreisförmige Abschnitte aufgegliedert ist und welche gegen den Rohrboden angeordnet ist, um die Kraft auszugleichen, welche auf die Fläche des Rohrbodens ausgeübt wird, welcher dem Hohlfaserbündel gegenüberliegt. Die aufgegliederte Scheibe kann aus jedweden Material hergestellt sein, das dem Rohrboden eine hinreichende Abstützung bieten kann. Solche Materialien schließen hochfeste Kunststoffe, Verbundmaterialien und Metalle ein. Aus vorteilhaften Gründen wird ein Metall, wie zum Beispiel Stahl, aufgrund seiner Festigkeit, Beständigkeit und leichten Verarbeitbarkeit bevorzugt verwendet. Die Endabdeckung und die aufgegliederte, ringförmige Scheibe sind jeweils durch geeignete Befestigungsmittel mit dem Gehäuse verbunden. Geeignete Dichtungen werden verwendet, wo dies nötig ist, um die Fluiddichtigkeit des Gehäuses und der Endabdeckungen aufrechtzuerhalten.

[0029] Außerdem haben die Membranvorrichtungen dieser Erfindung für den Fluideinlass und -ablass eine oder mehrere Fluideinlass- und eine oder mehrere Auslasseinrichtungen. Wenigstens eine Fluideinlasseinrichtung ist an einem Ende der Vorrichtung angeordnet, und wenigstens eine Fluidauslasseinrichtung ist am anderen Ende der Vorrichtung derart angeordnet, daß ein Fluid durch die Bohrungen der Hohlfasern hindurchfließen kann. Im allgemeinen können die Fluideinlass- und -auslasseinrichtungen ein Anschluss, ein Stutzen, eine Armatur oder andere Öffnung sein, welche eine Fluidverbindung ermöglicht.

[0030] **Fig. 1** veranschaulicht eine bevorzugte Ausführungsform einer zusammengebauten Hohlfasermembranvorrichtung der Erfindung, bei welcher ein Rohrboden durch eine aufgeteilte, ringförmige Scheibe abgestützt ist. Die Vorrichtung weist ein Bündel Hohlfasern (**10**) auf. An jedem Ende des Bündels sind die Fasern in einem ersten Rohrboden (**11**) und einen zweiten Rohrboden (**12**) eingebettet. Der zweite Rohrboden (**12**) hat einen Durchmesser, welcher kleiner als der Innendurchmesser des Mantelgehäuses (**13**) ist, während der erste Rohrboden (**11**) einen Durchmesser hat, welcher größer als derjenige des zweiten Rohrbodens und der Innendurchmesser des Mantelgehäuses (**13**) ist.

[0031] Wahlweise hat die Vorrichtung einen zentralen Kern (**14**), um den die Fasern angeordnet sind. Der zentrale Kern und die Hohlfasern sind der Einfachheit halber lediglich teilweise dargestellt. Der zentrale Kern (**14**) erstreckt sich durch und ist eingebettet in den ersten Rohrboden (**11**) und den zweiten Rohrboden (**12**) an jedem seiner Enden.

[0032] Zum Zusammenbauen dieser Ausführungsform werden das Hohlfaserbündel (**10**) und der zweite Rohrboden (**12**) in das Mantelgehäuse (**13**) eingesetzt. Der erste Rohrboden (**11**) ist mittels einer Schulter (**15**) abgestützt, welche innerhalb des Gehäuses ausgebildet ist, um den ersten Rohrboden

(11) an einer Bewegung zum gegenüberliegenden Ende des Mantelgehäuses (13) zu hindern. Eine Dichtung (16) kann zwischen dem ersten Rohrboden (11) und der Schulter (15) angeordnet sein, um Stöße zu absorbieren, welche der erste Rohrboden (11) während des Transports oder des Betriebs erleiden könnte. Ein O-Ring (17) sitzt in einer Nut in dem ersten Rohrboden (11), welcher O-Ring zum Bilden einer fluiddichten Abdichtung zwischen dem ersten Rohrboden (11) und dem Mantelgehäuse (13) ausgebildet ist. Eine Endplatte (18), welche einen Fluidauslass (19) hat, ist mit einem Flansch (20) verschraubt. Ein zweiter O-Ring (22) schafft eine fluiddichte Abdichtung zwischen der Endplatte (18) und dem Flansch (20).

[0033] Der zweite Rohrboden (12) ist gegen eine aufgeteilte Dichtung (23) angeordnet, welche auf der aufgeteilten Scheibe (24) platziert ist. Die aufgeteilte Scheibe (24) ist mit Hilfe einer geeigneten Einrichtung (25), wie zum Beispiel einer Klemme, oder mittels Schrauben zusammengehalten. Eine fluiddichte Abdichtung (26) ist zwischen den beiden Hälften der aufgeteilten Scheibe (24) angeordnet, wie dies in Fig. 1A gezeigt ist. Ein O-Ring (27) sitzt in einer Nut in dem zweiten Rohrboden (12), welcher O-Ring eine fluiddichte Abdichtung zwischen der Endabdeckung (28) und dem zweiten Rohrboden (12) schafft. Die Endabdeckung (28) ist mit einem Fluid-einlass (29) zum Einleiten eines Fluides oder eines Fluidgemisches zu den Faserbohrungen vorgesehen. Es könnte erforderlich sein, die Innenfläche der Endabdeckung auf ein geeignetes Maß und eine geeignete Oberflächenglattheit zu bearbeiten. Ein Flansch (30) ist an die Endabdeckung (28) angeschweißt, und ein Stützflansch (31) ist an das Gehäuse (13) angeschweißt. Die Endabdeckung (28), die aufgeteilte Scheibe (24) und das Gehäuse (13) sind durch Schrauben und Muttern (32) aneinander befestigt. Zusätzliche O-Ringe (33 und 34) sitzen in Nuten, welche in den Flanschen (30 und 31) ausgebildet sind. Bei der gezeigten Ausführungsform kann das Mantelgehäuse (13) zwei Teile mit Gewindeenden aufweisen, die mit Hilfe einer Verbindungsmembran (36) miteinander verbunden sind, welche wie eine Spannmutter wirkt und die beiden Abschnitte näher zueinander oder weiter voneinander weg ohne ein Drehen des Hohlfaserbündels bewegt. Sobald die Vorrichtung zusammengebaut ist, kann der Verbindungskörper (36) zum Einstellen der Länge des Gehäuses (13) verwendet werden, um sicherzustellen, daß die Dichtungen (16 und 23) korrekt sitzen.

[0034] Die in Fig. 1 veranschaulichte Ausführungsform der Erfindung kommt vorzugsweise bei der Fluidtrennung durch selektive Permeation einer oder mehrerer Komponenten in dem Fluid zur Anwendung. Das zu trennende Fluid kann in die Membranvorrichtung über eine Fluideinlasseinrichtung (29) eingeleitet werden, und das Nichtpermeat wird von der Membranvorrichtung über die Fluidauslasseinrichtung (19) abgezogen, wohingegen der Permeat-

strom durch die Fluidauslasseinrichtung (35) abgeleitet wird, wodurch eine Gegenstrom-Strömungskonfiguration in Bezug auf den Permeatstrom relativ zum Nichtpermeatstrom erzielt wird. Alternativ dazu können der Einlass (19) und der Auslass (29) des zu behandelnden Fluids umgekehrt werden, um eine Gleichstrom-Strömung des Permeats relativ zum Strom des Nichtpermeats zu erreichen.

[0035] Fig. 2 veranschaulicht eine alternative Konstruktion der Hohlfasermembranvorrichtung der Erfindung, bei welcher beide Rohrböden durch aufgeteilte Scheiben abgestützt sind. Aus Gründen einer vorteilhaften Herstellung haben beide Rohrböden (11, 12) bei dieser Ausführungsform dieselbe Abmessung, und beide aufgeteilte Scheiben (24) haben dieselbe Gestalt und dieselbe Größe.

[0036] Beim Betrieb kann das in die Vorrichtung eingeleitete Fluid ein Gasgemisch sein, und sowohl das Permeat als auch das Nichtpermeat können Gasströme sein. Nichtporöse Membranen sind im allgemeinen für Gastrennungen geeignet. Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist das zu trennende Fluid ein Flüssigkeitsgemisch, das Nichtpermeat ist ein Flüssigkeitsstrom, und das Permeat kann ein Strom einer Flüssigkeit, eines Gases oder eines Dampfes in Abhängigkeit davon sein, ob die Trennung durch Umkehrosmose, Pervaporation, Membrandestillation oder durch ein Membranstrippverfahren durchgeführt wird. Bei der Umkehrosmose wird die zugeführte Flüssigkeit unter Druck gesetzt, und bestimmte Komponenten in der Flüssigkeit permeieren bevorzugt durch die Membran und werden als Flüssigkeit abgezogen. Bei der Pervaporation wird Vakuum auf der Permeatseite der Membran angelegt, und die bevorzugt permeierenden Komponenten permeieren durch die Membran und werden als Dampf abgezogen, welcher dann zu einer Flüssigkeit kondensiert werden kann. Bei der Membrandestillation wird ein Temperaturgradient zwischen der Zuführseite und der Permeatseite aufrechterhalten, und die Trennung erfolgt aufgrund der thermisch betriebenen Verdampfung durch die Poren an der Membran. Der Permeatstrom befindet sich im Dampfzustand und kann zu einer Flüssigkeit kondensiert werden. Beim Membranstrippverfahren wird ein in einer Flüssigkeit gelöstes Gas durch die Membranporen ausgestrippt, und das Permeat wird in der Gasphase abgezogen. Während poröse Membranen für die Membrandestillation und Membranstrippverfahren verwendet werden, wird davon ausgegangen, daß nichtporöse Membranen bei Umkehrosmose- und Pervaporationsanwendungen bevorzugt sind.

[0037] Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, welche zu der in Fig. 2 gezeigten Ausführungsform dadurch modifiziert ist, daß sie für den Einsatz eines Spülfluid geeignet ist. Das Faserbündel (210) ist um ein zentrales Kernrohr (214) angeordnet, welches sich durch den ersten Rohrboden (211) und einen zweiten Rohrboden (212) hindurch erstreckt und mit diesen verklebt ist. Das Kernrohr (214) ist

durch einen Stopfen (240) verstopft, welcher zwischen den beiden Rohrböden (211 und 212) angeordnet ist, und hat eine Einlassöffnung (241) sowie eine Auslassöffnung (242) für das Spülfluid. Das Spülfluid bei einem Druck, welcher geringer als der Druck des Primärfluids ist, wird in die Mantelseite des Faserbündels (210) über eine Perforation (243) nahe dem ersten Rohrboden (211) eingeleitet. Das Spülfluid fließt in der Mantelseite der Fasern herunter zum zweiten Rohrboden (212) hin und tritt in das zentrale Kernrohr (214) über Perforationen (244) ein, welche nahe dem zweiten Rohrboden (212) angeordnet sind, und tritt möglicherweise aus der Hohlfaservorrichtung durch die Auslassöffnung (242) für das Spülfluid aus. Die Endabdeckungen haben eine Einlass-einrichtung (229) oder eine Auslasseinrichtung (219) zum Einleiten oder Abziehen des Primärfluids zu oder von den Faserbohrungen. Die Endabdeckungen (228) sind ferner derart angeordnet, daß sich das zentrale Kernrohr (214) durch die Endabdeckungen hindurch erstreckt und eine Dichtung, so zum Beispiel ein O-Ring (245), und eine dichte Gewindedichtung (246) dazu verwendet werden, eine fluiddichte Abdichtung zwischen den Endabdeckungen (228) und dem Kernrohr (214) herbeizuführen. Die Rohrböden (211 und 212) werden durch die Endabdeckungseinrichtungen (228) aufgenommen und mittels aufgeteilter Scheiben (224) abgestützt. Flansche (230 und 231) sind an den Endabdeckungen (228) und dem Mantelgehäuse (213) derart befestigt, daß die Endabdeckungen (228), die aufgeteilten Scheiben (224) und das Gehäuse (213), wie dargestellt, mittels Schrauben und Muttern (232) fest miteinander verbunden sind.

[0038] Eine alternative Möglichkeit zum Einleiten und Abziehen des Spülfluids in der Mantelseite der Hohlfasermembranvorrichtung ist in Fig. 4 gezeigt. Das Spülfluid wird über eine Fluideinlassöffnung (336) eingeleitet und über eine Auslassöffnung (335) abgezogen, welche im Gehäusemantel (313) ausgebildet und an gegenüberliegenden Enden des Gehäusemantels (313) nahe den ersten und zweiten Rohrböden (311, 312) angeordnet sind. Aufgrund des leeren Raums, welcher das Faserbündel (310) umgibt, wird die Leistungsfähigkeit der Membranvorrichtung durch die Strömungskanalbildung in dem leeren Raum jedoch nachteilig beeinflusst. Die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung, welche ein zentrales Kernrohr (314) zum Leiten des Spülfluids zur Mantelseite der Membranvorrichtung und weg von dieser verwendet, kann die Strömungskanalbildung minimieren und eine bessere Verteilung des Spülfluids an der Mantelseite aufrechterhalten.

[0039] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, wie sie in Fig. 3 veranschaulicht ist, wird die Hohlfasermembranvorrichtung für eine inert spülende Pervaporation, Gastrennung, ein Membranstrippen und eine Membrandestillation verwendet, wobei die Permeatseite mittels eines Stromes des Spülfluids, welches ein Gas oder ein Dampf sein

kann, gereinigt wird. Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Vorrichtung zum Absorbieren einer oder mehrerer Komponenten in einem Gasstrom auf der Bohrungsseite der Hohlfasermembranen durch eine Spülflüssigkeit auf der Mantelseite der Fasermembran verwendet, wodurch eine Gasabsorption in einem flüssigen Absorptionsmittel durchgeführt wird. Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Vorrichtung zum Extrahieren einer oder mehrerer Komponenten in einem Flüssigkeitsstrom auf der Bohrungsseite der Hohlfasermembranen durch Spülen einer zweiten Flüssigkeit auf der Mantelseite der Hohlfasermembranen eingesetzt, wodurch eine Flüssig-Flüssig-Extraktion durchgeführt wird. Normalerweise sind mikroporöse Membranen für den Einsatz bei der Gasabsorption der Flüssigextraktion bevorzugt.

[0040] Eine andere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 5 gezeigt. Diese Ausführungsform zeigt eine Hohlfasermembranvorrichtung, welche für den Kontakt einer oder mehrerer Komponenten in einem Fluid mit feinen, festen Partikeln geeignet ist. Beispielhafte Hohlfaserelemente, welche mit feinen, festen Partikeln gefüllt sind, sind im US-Patent 5 139 668, ausgegeben auf Pan und McMinis am 18. August 1992, beschrieben. Mikroporöse Hohlfasermembranen sind für diese Anwendung bevorzugt. Der Gehäusemantel (413) der Faservorrichtung enthält eine oder mehrere Anschlüsse (450), welche zum Füllen der feinen, festen Partikel in die Mantelseite des Hohlfaserbündels (414) geeignet sind. Flansche (430 und 431) sind an den Endabdeckungen (428) und der Mantelgehäuseeinrichtung (413) befestigt. Die Rohrböden (411 und 412) sind durch die Endabdeckungen (428) aufgenommen, und eine fluiddichte Verbindung zwischen den Rohrböden und dem Gehäuse (428) wird durch O-Ringe (427) herbeigeführt, welche in Nuten der Rohrböden (411 und 412) sitzen. Die Rohrböden (411 und 412) sind durch aufgetrennte Scheiben (414) abgestützt, um die Belastung zu tragen, welche von der in Längsrichtung auf die Rohrböden (411 und 412) ausgeübten Druckdifferenz herrührt. Flansche (430 und 431) sind jeweils auf die Endabdeckungen (428) und den Gehäusemantel (413) aufgeschweißt, um die Endabdeckungen (428), die aufgeteilten Scheiben (424) und das Gehäuse (413) mittels Schrauben und Muttern (432) zusammenzuhalten. Die feinen, festen Partikel, welche in die Mantelseite der Faservorrichtung gepackt sind, werden durch Verstopfen der Öffnung (450) in dem Gehäusemantel unter Verwendung einer Verschlusskappe (451) festgesetzt. Das zu behandelnde Fluid tritt in die Bohrungen der Hohlfasern durch einen Fluideinlass (452) ein und tritt aus der Faservorrichtung über einen Fluidauslass (453) aus. [0041] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, wie sie in Fig. 5 veranschaulicht ist, haben die feinen Partikel das Vermögen, eine oder mehrere Komponenten aus einem Fluid zu adsorbieren. Das

Fluid kann eine Flüssigkeit, ein Gas oder ein Dampf sein. Außerdem können die auf den adsorbierenden Partikeln adsorbierten Komponenten durch Verringerung des Druckes beispielsweise durch Entlüften der Faserbohrungen auf Vakuum oder auf Atmosphärendruck oder durch Spülen eines geeigneten Spülfluids zu den Bohrungen der Hohlfasern desorbiert werden. Die Desorption kann auch durch Erhöhen der Desorptionstemperatur gesteigert werden. Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung arbeiten die feinen Partikel wie ein Reaktionskatalysator zwischen zwei oder mehreren Komponenten in einem Fluid. Bei der Ausführungsform, bei welcher die Reaktion eine große Wärmemenge erzeugt, werden thermisch stabile Polymermaterialien, metallische oder andere anorganische Materialien zum Herstellen der Hohlfasermembranen bevorzugt verwendet. Vorzugsweise sind die Hohlfasermembranen hoch porös, um den der Fluidpenetration quer über die Faserwand entgegengesetzten Widerstand zu verringern, und außerdem ist die Porengröße klein genug, um die feinen, festen Partikel zurückzuhalten. [0042] Typische, bei einer dieser Ausführungsformen verwendete Hohlfaserbündel sind im Stand der Technik gut bekannt. Ein gemäß dieser Erfindung konstruiertes Beispiel wurde aus etwa 400.000 Fasern gebildet, welche aus einem Material auf Zellulosebasis hergestellt und an einem perforierten Kernrohr montiert worden sind und an jedem Ende mit einem Rohrboden versehen sind. Jede Hohlfaser hat nominal einen Außendurchmesser von 165 µm und einen Innendurchmesser von 65 µm. Die Rohrböden sind durchtrennt, so daß sich die Faserbohrungen zu beiden Enden öffnen. Beide Rohrböden sind zylindrisch mit einem Durchmesser von etwa 24 cm und einer Dicke von etwa 4 cm ausgebildet. Das Hohlfasermembranbündel ist in einem Permeatormantel angeordnet, wie dies schematisch in **Fig. 2** dargestellt ist. Der Permeatormantel hat eine Länge von etwa 96 cm und einen Nennendurchmesser von 25 cm. Jeder Rohrboden ist von einer Endabdeckung aufgenommen und mittels einer aus Stahl gefertigten, aufgegliederten Scheibe mit einem Innendurchmesser von etwa 20 cm abgestützt. Daher stützt die aufgegliederte Scheibe 2 cm des äußeren radialen Teils jedes Rohrbodens ab. Die geteilten Scheiben tragen die Kraft, welche durch die Druckdifferenz verursacht wird, welche in Längsrichtung über die Rohrböden eingebracht wird. Bei solch einer Ausführungsform wurde herausgefunden, daß die aufgeteilten Scheiben in der Lage waren, die Rohrböden bei Einlassdrücken deutlich oberhalb von 2170 kPa hinreichend abzustützen.

[0043] Das Maß an Abstützung, welche durch die aufgegliederte Scheibe geboten wird, ist eine Funktion ihres Innendurchmessers und des Überlappungsmaßes mit dem Rohrboden, den sie abstützt. Falls eine bessere Abstützung bei der Handhabung höherer Drücke erforderlich ist, kann das Überlappungsmaß durch Verringern des Innendurchmessers der

geteilten Scheibe erhöht werden. Dies würde natürlich eine Größenverringern des Hohlfasermembranbündels erfordern, während die Größe des Rohrbodens beibehalten werden kann.

[0044] Die bevorzugte Ausführungsform umfasst zwei halbkreisförmige Abschnitte, welche die aufgegliederte Scheibe bilden, dem Fachmann ist jedoch klar, daß die Scheibe auch in drei oder mehr Teile aufgespalten werden kann, während sie noch immer mit der Form eines Kreises übereinstimmt. Es ist beabsichtigt, daß solche nicht wesentlichen Varianten hier von den Patentansprüchen mit umfasst sind.

Patentansprüche

1. Hohlfasermembran-Fluidtrennvorrichtung mit bohrungsseitiger Zuführung, umfassend:

- a) ein zylindrisches Gehäuse (**13**) mit einem Innendurchmesser und ersten sowie zweiten Enden, wobei das erste Ende einen Stützflansch (**31**) umfaßt;
- b) mehrere Hohlfasermembranen (**10**), die in einem länglichen Bündel angeordnet sind, wobei das Bündel erste und zweite Enden sowie einen Außendurchmesser hat;
- c) einen ersten Rohrboden (**12**) mit einer Außenseite und einer Innenseite und mit einem Durchmesser, welcher geringer als der Innendurchmesser des Gehäuses ist, wobei der erste Rohrboden das erste Ende des Hohlfasermembranbündels derart ummantelt, daß die Hohlfasermembranen (**10**) hindurch kommunizieren und auf der Außenseite offen sind;
- d) einen zweiten Rohrboden (**11**) mit einer Außenseite und einer Innenseite, welcher das zweite Ende des Hohlfasermembranbündels derart ummantelt, daß die Hohlfasermembranen (**10**) hindurch kommunizieren und auf der Außenseite offen sind, wobei der zweite Rohrboden am zweiten Ende des Gehäuses abgestützt ist;
- e) eine erste Endabdeckung (**28**), die mit dem Gehäuse (**13**) in einer fluiddichten Weise verbunden ist, um die Außenseite des ersten Rohrbodens (**12**) zu umschließen, und eine zweite Endabdeckung (**18**), welche mit dem Gehäuse in einer fluiddichten Weise verbunden ist, um die Außenseite des zweiten Rohrbodens (**11**) zu umschließen; und
- f) eine Rohrbodenabstützung, welche eine in zwei oder mehr Teile aufgegliederte, ringförmige Scheibe (**24**) aufweist, welche Teile zusammen das Hohlfasermembranbündel nahe der Innenseite des ersten Rohrbodens (**12**) umschließen, und welche Scheibe einen Außendurchmesser hat, der größer als der Innendurchmesser des Gehäuses (**13**) ist, so daß die ringförmige Scheibe durch den Stützflansch (**31**) abgestützt ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Ende des Gehäuses (**13**) ebenfalls einen Stützflansch aufweist und daß der zweite Rohrboden (**11**) ebenfalls einen Durchmesser hat, welcher geringer als der Innendurch-

messer des Gehäuses ist, und daß eine zweite Rohrbodenabstützung vorgesehen ist, die eine in zwei Teile aufgegliederte, ringförmige Scheibe aufweist, welche Teile zusammen das Hohlfasermembranbündel nahe der Innenseite des zweiten Rohrbodens umschließen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, ferner gekennzeichnet durch einen zentralen Kern (14), welcher längs der Schwerpunktschwerachse des Hohlfasermembranbündels angeordnet ist, wobei die beiden Enden des Kerns in den ersten und den zweiten Rohrboden eingebettet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmige Scheibe zwei halbkreisförmige Abschnitte aufweist, die zum Ausbilden eines Kreises zueinander passen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse zwei Teile aufweist, die durch einen Verbindungskörper verbunden sind, welcher zum Einstellen der Länge des Gehäuses gedreht werden kann.

6. Verfahren zum Zusammenbauen einer Hohlfasermembranvorrichtung, welches Verfahren aufweist:

- a) Vorsehen eines Hohlfasermembranbündels mit ersten und zweiten Rohrböden an jedem Ende des Bündels;
- b) Vorsehen eines zylindrischen Gehäuses mit einem einen Stützflansch aufweisenden, ersten Ende, einem zweiten, eine Stützscherle aufweisenden Ende, einem Innendurchmesser, welcher größer als der Durchmesser des ersten Rohrbodens ist, und mit einer Länge zwischen der Stützscherle und dem Stützflansch, welche etwa der Länge des Hohlfasermembranbündels zwischen dem ersten und dem zweiten Rohrboden entspricht;
- c) Einsetzen des ersten Rohrbodens und des Hohlfasermembranbündels in das zweite Ende des Gehäuses, bis der zweite Rohrboden gegen die Stützscherle anliegt und durch diese abgestützt ist;
- d) Abstützen des ersten Rohrbodens durch Einsetzen eines ersten Teils einer ringförmigen Scheibe zwischen dem Stützflansch und dem ersten Rohrboden und anschließendes Einsetzen eines zweiten Abschnitts der ringförmigen Scheibe, so daß die ersten und zweiten Teile zum Umschließen des Hohlfaserbündels zusammenpassen; und
- e) Abdecken des ersten und des zweiten Endes des Gehäuses in einer fluiddichten Weise.

7. Verfahren zum Zusammenbauen einer Hohlfasermembranvorrichtung, welches Verfahren aufweist:

- a) Vorsehen eines Hohlfasermembranbündels mit ersten und zweiten Rohrböden an jedem Ende des Bündels;

b) Vorsehen eines zylindrischen Gehäuses mit einem einen Stützflansch aufweisenden, ersten Ende, einem zweiten, einen Stützflansch aufweisenden Ende, einem Innendurchmesser, welcher größer als der Durchmesser des ersten Rohrbodens ist, und mit einer Länge zwischen dem ersten Stützflansch und dem zweiten Stützflansch, welche etwa der Länge des Hohlfasermembranbündels zwischen dem ersten und dem zweiten Rohrboden entspricht;

c) Einsetzen des ersten Rohrbodens und des Hohlfasermembranbündels in das zweite Ende des Gehäuses;

d) Abstützen des zweiten Rohrbodens mit einer ringförmigen Scheibe, welche an den zweiten Stützflansch auf einer Seite und an den Rohrboden auf der anderen Seite anstößt;

e) Abstützen des ersten Rohrbodens durch Einsetzen eines ersten Teils einer aufgegliederten, ringförmigen Scheibe zwischen dem Stützflansch und dem ersten Rohrboden und anschließendes Einsetzen eines zweiten Teils der ringförmigen Scheibe, so daß der erste und der zweite Teil zum Umschließen des Hohlfaserbündels zusammenpassen und die ringförmige Scheibe auf der einen Seite an den ersten Stützflansch und auf der anderen Seite an den ersten Rohrboden anstößt; und

f) Abdecken des ersten und des zweiten Endes des Gehäuses in einer fluiddichten Weise.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

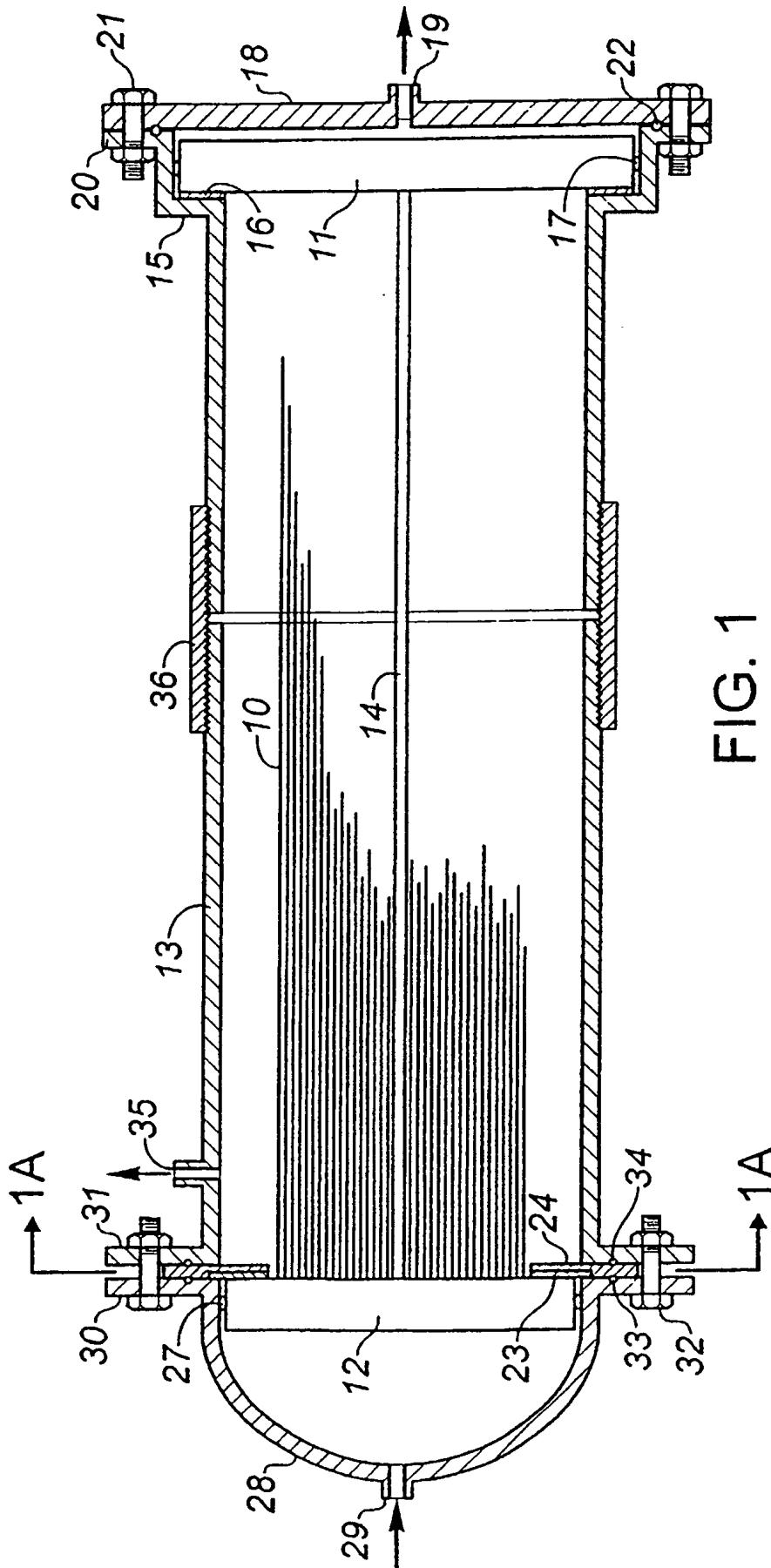


FIG. 1

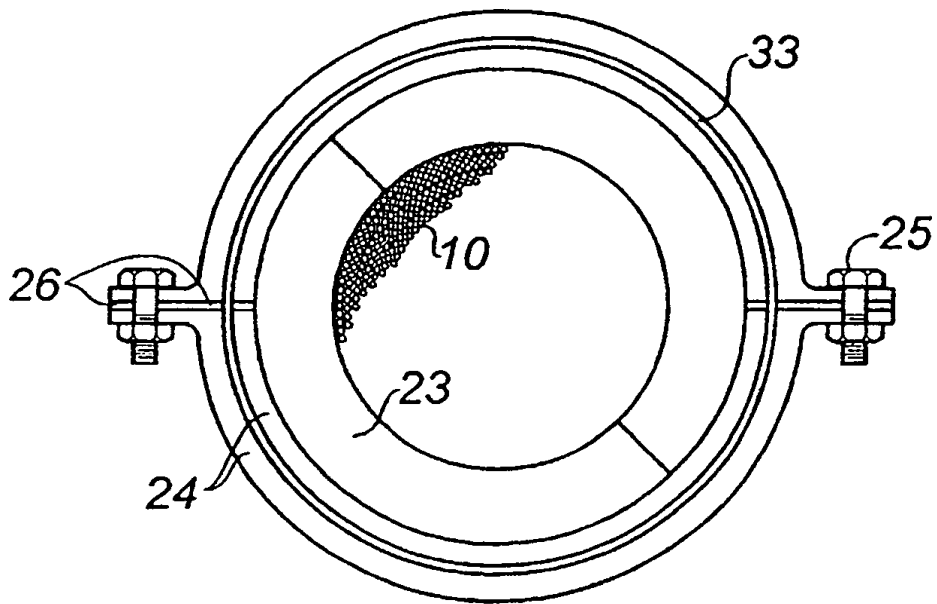


FIG. 1A

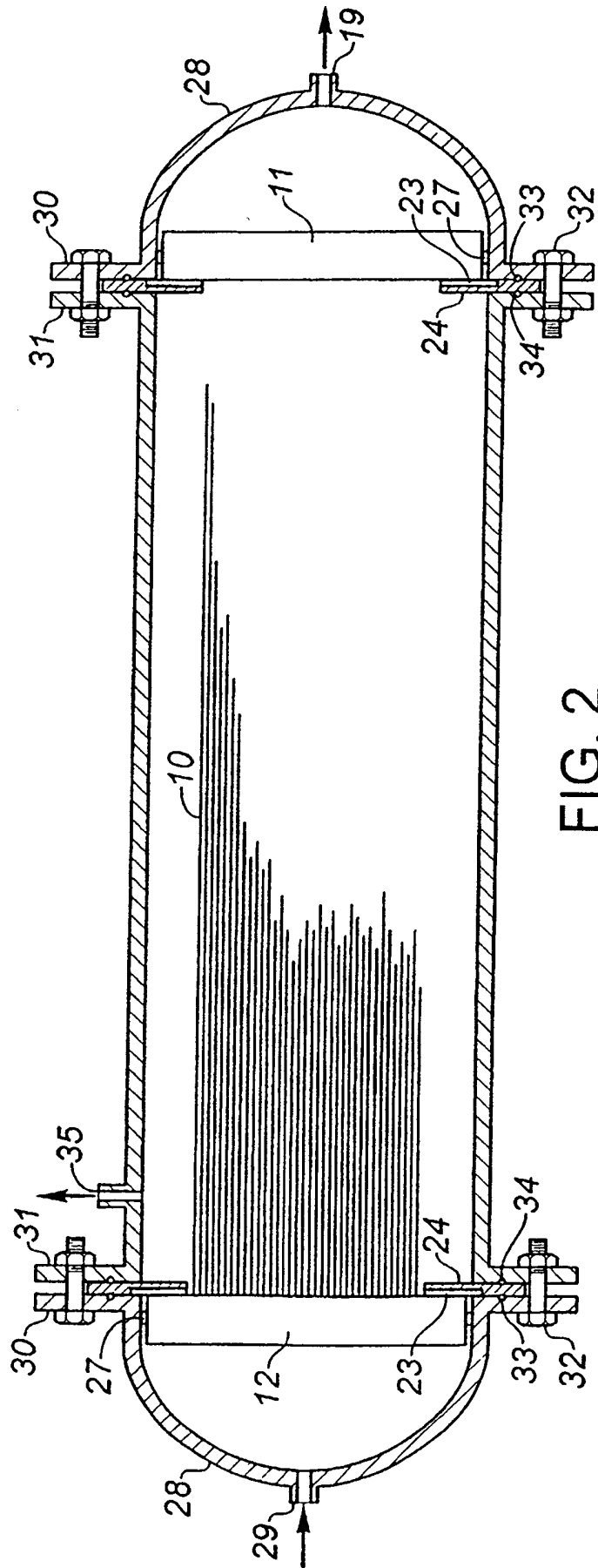


FIG. 2

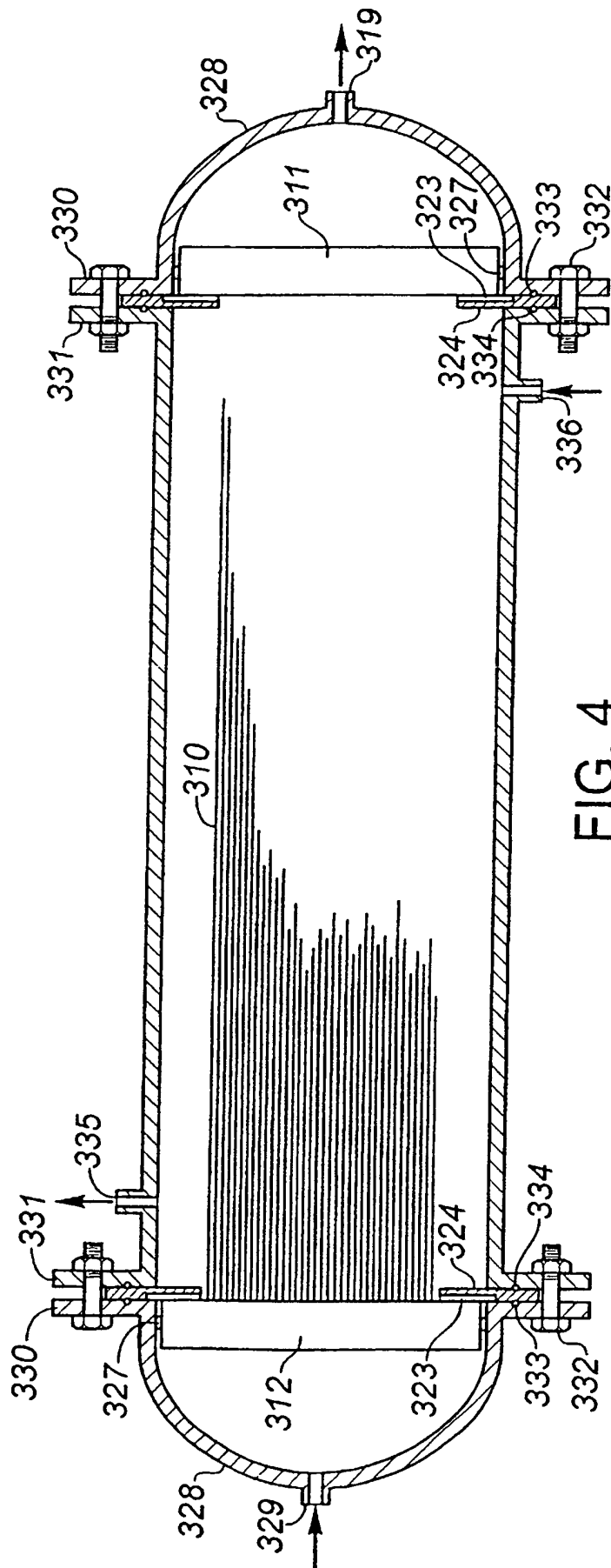


FIG. 4

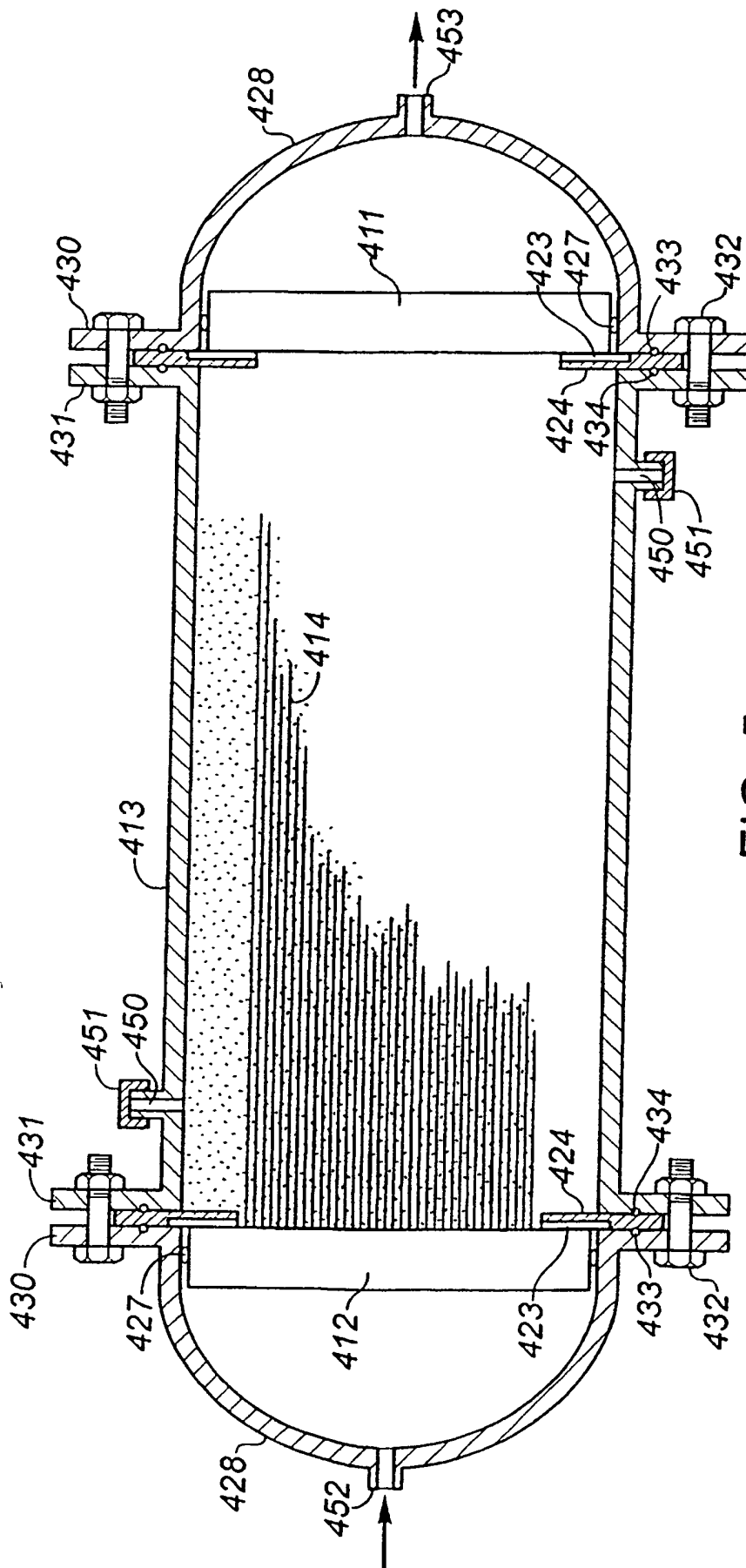


FIG. 5