



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 602 12 939 T2 2007.03.01

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 359 993 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 602 12 939.7

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US02/02112

(96) Europäisches Aktenzeichen: 02 703 231.7

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 2002/058827

(86) PCT-Anmeldetag: 23.01.2002

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 01.08.2002

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 12.11.2003

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 05.07.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 01.03.2007

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: B01D 63/02 (2006.01)

B01D 63/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

263192 P 23.01.2001 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

(73) Patentinhaber:

Amersham Biosciences Membrane Separations  
Corp., Westborough, Mass., US

(72) Erfinder:

HERCZEG, Attila, Southborough, MA 01772, US

(74) Vertreter:

Hammonds Rechtsanwälte Patentanwälte, 80539  
München

(54) Bezeichnung: HOHLSASERMEMBRANKASSETTE

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 eingelebt, 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]** Diese Erfindung bezieht sich auf Kassetten, die poröse Hohlfasermembranen umfassen.

**Hintergrund der Erfindung**

**[0002]** Kassetten oder andere Platten- und Rahmenformate, die eine Mehrzahl von Flachblattmembranen eingebaut haben, die zwischen äußereren flachen Edelstahlendplatten und Edelstahlverteilern (oder zwischen Verteilern, die durch flache Edelstahlendplatten gestützt werden) angeordnet sind, werden für eine Vielfalt von Filtrationsanwendungen eingesetzt, insbesondere Tangentialströmungsfiltrations-Anwendungen (auch bezeichnet als Querströmungsanwendungen). In Tangentialströmungsfiltrations-Anwendungen (TFF) wird das zu filternde Fluid durch den Einlass des Verteilers und in die Kassette und tangential zur ersten (oder stromaufwärts gelegenen) Oberfläche der Membranen derart geleitet, dass ein Teil des Fluids durch jede der Membranen von der ersten Oberfläche zur zweiten (oder stromabwärts gelegenen) Oberfläche durch die Kassette und einen Auslass des Verteilers geleitet wird, und ein anderer Teil tangential zur ersten Oberfläche durch die Kassette und einen anderen Auslass des Verteilers geleitet wird, ohne durch die Membranen geleitet zu werden. Das Fluid, das in den Einlass des Verteilers und in die Kassette geleitet wird, wird allgemein als der Zulauf genannt (der Zulauf enthält unterschiedlich große Moleküle und möglicherweise Trümmer), das Fluid, das von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche geleitet wird, wird allgemein als das Permeat oder das Filtrat bezeichnet (das Permeat/Filtrat enthält die kleineren Moleküle, die durch die Poren der Membran geleitet werden), und das Fluid, das parallel zur ersten Oberfläche der Membran geleitet wird, ohne zur zweiten Oberfläche geleitet zu werden, wird allgemein als das Retentat bezeichnet (das Retentat enthält die größeren Moleküle, die nicht durch die Poren der Membran geleitet werden).

**[0003]** Jedoch unterlagen herkömmliche Flachblattmembrankassetten (einschließlich Open Channel Kassetten und Screen Channel Kassetten) einer Anzahl von Nachteilen, insbesondere aufgrund einer nicht-einheitlichen Strömungsverteilung und/oder einer Verschmutzung mindestens einer Oberfläche der Membranen. Eine Verschmutzung bezieht sich typischerweise auf die Ansammlung von Material auf der Innenoberfläche der Membran. Dieses angesammelte Material kann die Poren der Membran blockieren. Sobald die Oberfläche verschmutzt ist, nimmt der Filtrationswirkungsgrad ab und die Membranen und Kassetten müssen gereinigt oder ersetzt werden. Zusätzlich sind einige Membranen und Kassetten schwierig zu reinigen.

**[0004]** WO-A-9419094 offenbart eine Hohlfaserkassette, umfassend ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen enthält, ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst, einen inneren Verteiler, umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück, wobei das erste Kassettenkopfstück weiter einen Kassettenlaufanschluss umfasst, und das zweite Kassettenkopfstück weiter einen Kassettenretentatanschluss umfasst.

**[0005]** Die vorliegende Erfindung sorgt für eine Verbesserung mindestens einiger der Nachteile des Stands der Technik. Diese und andere Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der Beschreibung, wie sie unten dargelegt ist, offenbar.

**Kurze Zusammenfassung der Erfindung**

**[0006]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Hohlfaserkassette bereitgestellt, umfassend ein äußeres Gehäuse, das einen inneren Verteiler umfasst, und ein Filter, das eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst, wobei das Filter mit dem inneren Verteiler in Verbindung steht, wobei die Kassette angeordnet ist, um eine Zulaufströmung und eine Permeatströmung und, in einer bevorzugten Ausführungsform, eine Retentatströmung zu ermöglichen.

**[0007]** Eine Hohlfaserkassette gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse umfasst eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen, ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst, einen inneren Verteiler, der ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück umfasst, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen umfasst, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen, wobei das erste Kassettenkopfstück weiter mindestens einen Kassettenzulaufanschluss umfasst und das zweite Kassettenkopfstück weiter mindestens einen Kassettenretentatanschluss umfasst.

**[0008]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird eine Hohlfaserkassette bereitgestellt, umfassend ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen umfasst, ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst, einen inneren Verteiler, der ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück umfasst, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen und ein Kassetten-

permeatverbindungsstück umfasst, wobei die Filtergehäuselpermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen, und die Kassettenpermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenpermeatverbindungsstück stehen, wobei das erste Kassettenkopfstück weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenzulaufanschlüssen und ein Kassettenzulaufverbindungsstück, wobei die Kassettenzulaufanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenzulaufverbindungsstück stehen, und das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenretentatanschlüssen und ein Kassettenretentatverbindungsstück, wobei die Kassettenretentatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenretentatverbindungsstück stehen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist jedes der Verbindungsstücke ein Hygieneanschlussstück.

**[0009]** Ausführungsformen der Hohlfasermembrankassette können mit auf einem Flachblatt basierenden Kassetten oder Gehäusen ausgetauscht werden, ohne die Notwendigkeit, existierende herkömmliche Systeme oder Anordnungen mit flachen Endplatten und äußerem Verteiler oder äußeren Doppel-Flachblatt-Verteilern zu ersetzen. Außerdem kann in einigen Ausführungsformen der Erfindung die Hohlfasermembrankassette genutzt werden ohne einen äußeren Verteiler.

**[0010]** Die Hohlfasermembrankassetten können individuell genutzt werden, zusammen gestapelt und/oder angeordnet werden auf entgegengesetzten Seiten eines zentralen Flachblattverteilers.

#### Kurze Beschreibungen der Zeichnungen

**[0011]** [Fig. 1](#) zeigt eine Explosionsansicht einer Hohlfaserkassette gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, umfassend ein Gehäuse, das einen inneren Verteiler umfasst, der ein erstes und ein zweites Kassettenkopfstück umfasst, wobei das erste Kassettenkopfstück eine Mehrzahl von Zulaufanschlüssen enthält, wobei das zweite Kassettenkopfstück eine Mehrzahl von Retentatanschlüssen enthält, und das erste und das zweite Kassettenkopfstück auch eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen enthält, ein Filtergehäuse, das eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen enthält; und ein Filter, umfassend eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen.

**[0012]** [Fig. 2](#) zeigt eine Draufsicht der zusammengebauten Kassette, die in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

**[0013]** [Fig. 3](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht entlang der Linie 3-3 in [Fig. 2](#), und zeigt den Permeatströmungsweg von den inneren Oberflächen zu den äußeren Oberflächen der Hohlfasermembranen und durch die Permeatanschlüsse im Filtergehäuse und den ersten und zweiten Kassettenkopfstücken, wobei eine flache Endplatte (gezeigt in gestrichelten Linien) gegen eine Seite der Kassette während des Gebrauchs angeordnet ist.

chelten Linien) gegen eine Seite der Kassette während des Gebrauchs angeordnet ist.

**[0014]** [Fig. 4](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht entlang Linie 4-4 in [Fig. 2](#), und zeigt den Retentatströmungsweg vom ersten Kassettenkopfstück entlang der Bohrungen der Membrane und durch die Retentatanschlüsse des zweiten Kassettenkopfstücks, wobei eine flache Endplatte (gezeigt in gestrichelten Linien) gegen eine Seite der Kassette während des Gebrauchs angeordnet ist.

**[0015]** [Fig. 5](#) zeigt eine detaillierte isometrische Ansicht eines der Kassettenkopfstücke des inneren Verteilers, der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, und zeigt eine Mehrzahl von Zulauf- oder Retentatanschlüssen und eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen, wobei jeder Permeatanschluss einen inneren Permeatanschluss und einen äußeren Permeatanschluss umfasst, wobei jeder Satz von inneren und äußeren Permeatanschlüssen versetzt ist, und über eine zwischengeschaltete Permeateleitung in Verbindung steht.

**[0016]** [Fig. 6](#) zeigt eine Explosionsansicht einer Hohlfaserkassette gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, umfassend ein Gehäuse, das einen inneren Verteiler umfasst, der ein erstes und ein zweites Kassettenkopfstück umfasst, wobei das erste Kassettenkopfstück eine Mehrzahl von Zulaufanschlüssen und ein Zulaufhygieneanschlussstück enthält, das zweite Kassettenkopfstück eine Mehrzahl von Retentatanschlüssen und ein Retentathygieneanschlussstück enthält, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück auch eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen (Permeathygieneanschlussstück und Permeateleitungen für jedes Kassettenkopfstück sind nicht gezeigt) enthält, ein Filtergehäuse, das eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen enthält, und ein Filter, das eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst.

**[0017]** [Fig. 7](#) zeigt eine Ansicht der zusammengebauten Kassette, die in [Fig. 6](#) gezeigt ist (auch zeigt sie das Permeathygieneanschlussstück für jedes Kassettenkopfstück).

**[0018]** [Fig. 8](#) zeigt eine detaillierte isometrische Ansicht eines der Kassettenkopfstücke des inneren Verteilers, der in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt ist, und zeigt eine Mehrzahl von Zulauf- oder Retentatanschlüssen, die mit einem Zulauf- oder Retentathygieneanschlussstück in Verbindung stehen; ein Permeathygieneanschlussstück, eine Mehrzahl von Permeatanschlüssen, wobei jeder Permeatanschluss einen inneren Permeatanschluss und einen äußeren Permeatanschluss umfasst, wobei jeder Satz von inneren und äußeren Permeatanschlüssen versetzt ist, und über eine Permeatzwischenleitung in Verbindung steht, und zeigt auch zusätzliche Permeatelei-

tungen, in Fluid-Verbindung mit den Permeatzwischenleitungen und dem Permeathygieneanschlussstück.

**[0019]** [Fig. 9](#) zeigt eine Mehrzahl von Hohlfaserkassetten, wie sie in [Fig. 2](#) gezeigt sind, zusammengepackt als ein Kassettensystem zur Verwendung mit einem herkömmlichen äußeren Verteiler und einer flachen Endplatte, wie sie für flache Membrankassetten verwendet werden.

**[0020]** [Fig. 10](#) zeigt eine Mehrzahl von Hohlfaserkassetten, wie sie in [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) gezeigt sind, zusammengepackt als ein Kassettensystem, wobei eine Hohlfaserkassette eine Mehrzahl von Hygieneanschlussstücken besitzt, wobei die Kassetten zwischen herkömmlichen Flachmembrankassettensystemendplatten angeordnet sind, und wobei kein äußerer Verteiler für eine flache Membrankassette verwendet wird.

**[0021]** [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) zeigen eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Abdichten oder Einbetten eines Filters, umfassend eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen in einem Filtergehäuse. [Fig. 11](#) zeigt eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen, wobei jede Membran an einem Ende voreingelegt ist, angeordnet in einem Filtergehäuse.

**[0022]** [Fig. 12](#) zeigt das Einbetten eines Endes des Filtergehäuses, wobei die voreingelegten Hohlfasermembrane und das Filtergehäuse der [Fig. 11](#) in einem Einbettbecher angeordnet sind, der darin ein Einbettmittel enthält. [Fig. 13](#) zeigt ein Filtergehäuse, eingebettet an entgegengesetzten Enden und mit voreingelegten Hohlfasermembranen darin, wobei die Enden der Membranen sich aus den entgegengesetzten Enden des Filtergehäuses erstrecken, wobei die Membranen geschnitten sind, um die voreingelegten Enden zu entfernen und offene Enden der Membrane bereitzustellen. [Fig. 14](#) zeigt das eingebettete Filtergehäuse der [Fig. 13](#) mit dem Filter darin, und zeigt auch die offenen Enden der Hohlfasern.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0023]** Eine Hohlfaserkassette gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen enthält; ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen enthält; einen inneren Verteiler, umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen umfasst, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen; wobei das erste Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenzulaufanschluss; und das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenretentatanschluss.

**[0024]** In bevorzugten Ausführungsformen enthält das erste Kassettenkopfstück mindestens zwei Kassettenzulaufanschlüsse und das zweite Kassettenkopfstück enthält mindestens zwei Kassettenretentatanschlüsse.

**[0025]** Gemäß einer anderen Ausführungsform ist eine Hohlfaserkassette bereitgestellt, umfassend ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen enthält; ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst; einen inneren Verteiler, umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen und ein Kassettenpermeatverbindungsstück umfassen, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen, und die Kassettenpermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenpermeatverbindungsstück stehen; wobei das erste Kassettenkopfstück weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenzulaufanschlüssen und ein Kassettenzulaufverbindungsstück, wobei die Kassettenzulaufanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenzulaufverbindungsstück stehen; und wobei das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenretentatanschlüssen und ein Kassettenretentatverbindungsstück, wobei die Kassettenretentatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenretentatverbindungsstück stehen. In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Kassettenpermeatverbindungsstücke, das Kassettenzulaufverbindungsstück und das Kassettenretentatverbindungsstück Hygieneanschlussstücke.

**[0026]** Ein Hohlfaserkassettensystem gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst mindestens zwei Kassetten. Die Kassetten können zusammen oder getrennt gestapelt sein, z. B. angeordnet auf entgegengesetzten Seiten eines bi-direktionalen äußeren flachen Membrankassettenverteilers. Eine Ausführungsform eines Hohlfaserkassettensystems umfasst (a) mindestens eine Hohlfaserkassette, umfassend ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen enthält; ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst; einen inneren Verteiler, umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen umfasst, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen; wobei das erste Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenzulaufanschluss; und das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenretentatanschluss.

das erste Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenzulaufanschluss; und wobei das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst mindestens einen Kassettenretentatanschluss; und, in Fluid-Verbindung damit, (b) eine zusätzliche Hohlfaserkassette, umfassend ein Filtergehäuse, wobei das Filtergehäuse eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen enthält; ein Filter, das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst; einen inneren Verteiler, umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen und ein Kassettenpermeathygieneanschlussstück umfasst, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen stehen und die Kassettenpermeatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenpermeathygieneanschlussstück stehen; das erste Kassettenkopfstück umfasst weiter eine Mehrzahl von Kassettenzulaufanschlüssen und ein Kassettenzulaufhygieneanschlussstück, wobei die Kassettenzulaufanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenzulaufhygieneanschlussstück stehen; und wobei das zweite Kassettenkopfstück weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenretentatanschlüssen und ein Kassettenretentathygieneanschlussstück, wobei die Kassettenretentatanschlüsse in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenretentathygieneanschlussstück stehen.

**[0027]** Gemäß Ausführungsformen der Erfindung werden auch Verfahren zum Verarbeiten eines Fluids, z. B. um ein Permeat zu liefern, bevorzugter ein Permeat und ein Retentat, bereitgestellt.

**[0028]** Ein Verfahren zum Trennen eines Fluids in ein Permeat und ein Retentat gemäß einer Ausführungsform der Erfindung umfasst Laufenlassen eines Zulauffluids in eine Hohlfaserkassette, umfassend ein Filter, das eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen umfasst, wobei jedes der Mehrzahl von Hohlfasermembranen eine innere Oberfläche und eine äußere Oberfläche besitzt; und einen inneren Verteiler, der mindestens zwei Permeatanschlüsse und mindestens einen Retentatanschluss enthält, wobei der innere Verteiler in Fluid-Verbindung mit dem Filter steht; Laufenlassen eines Permeats durch die innere und äußere Oberfläche der Hohlfasermembranen und durch die Permeatanschlüsse; und Laufenlassen eines Retentats durch den Retentatanschluss.

**[0029]** Typischerweise besitzt die Kassette eine im Allgemeinen regelmäßige polygone Konfiguration, z. B. eine im Allgemeinen rechteckige Konfiguration. Gemäß Ausführungsformen der Erfindung können die Hohlfaserketten verwendet werden mit oder ohne herkömmliche äußere Verteiler, wie sie für Flachblattmembrankassetten verwendet werden. Zum Beispiel ist in einer Ausführungsform die Hohlfas-

sermembrankassette derart angeordnet, dass sie ähnliche Dimensionen zu jener einer Flachblattfiltrationskassette, einem Flachblattgehäuse oder einer Flachblattplatten- und Rahmenvorrichtung besitzt, wobei die Hohlfasermembrankassette ein Anschlussdesign und eine Geometrie besitzt, die zur Verwendung als ein Retrofit einer Flachblattfiltrationskassette oder -platten- und rahmeninstallationen geeignet ist, insbesondere jene innerhalb der biopharmazeutischen Industrie. Demgemäß gibt es keine Notwendigkeit, existierende Flachblattverteiler, Endplatten, Rohrleitung oder dergleichen zu ändern. Jedoch ist in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Kassette zur Verwendung ohne einen äußeren Verteiler angepasst, und kann mit existierenden Endplatten verwendet werden.

**[0030]** Das Gehäuse (einschließlich des Filtergehäuses und des inneren Verteilers, z. B. das (die) Kassettenkopfstück(e)) kann aus einem beliebigen geeigneten polymeren Material gebildet werden, wie es in der Technik bekannt ist, z. B. gegossener und/oder maschinell hergestellter Kunststoff (einschließlich Thermoplast), das mit dem Fluid kompatibel ist, das verarbeitet wird. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gehäuse ein Polymer, bevorzugt ein transparentes oder transluzentes Polymer, wie ein Acryl, Polypropylen, Sulfon (einschließlich Polysulfon, Polyethersulfon, Polyphenylsulfon und Polyarylsulfon), Polystyrol oder ein polycarboxyliertes Harz. Ein derartiges Gehäuse wird einfach und ökonomisch hergestellt und ermöglicht die Beobachtung des Laufenlassens von Fluid durch die Kassette.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Gehäusekomponenten oder -elemente miteinander verbunden, um eine einstückige Schale einschließlich Anschlüsse zu bilden, typischerweise angeordnet an mindestens einer Seite (bevorzugt auf entgegengesetzten Seiten, in einigen Ausführungsformen auf drei oder vier Seiten) des Gehäuses. Gemäß der Erfindung wird das Gehäuse (z. B. das erste und zweit Kassettenkopfstück) typischerweise zwischen einer flachen Endplatte und einem flachen Kassettenverteiler gehalten, die zum Unterbringen von Flachblattmembrankassetten entworfen sind (z. B. wie in [Fig. 9](#) gezeigt), oder zwischen einem Paar von flachen Endplatten (z. B. wie in [Fig. 10](#) gezeigt). Falls erwünscht kann das äußere Gehäuse ein oder mehrere Löcher, Gräben und/oder Ausschnitte enthalten, z. B. die ermöglichen, dass sich die Bolzen für die Endplatten in die Löcher, Gräben und/oder Ausschnitte passen. Eine derartige Anordnung kann nützlich sein beim Verringern der Möglichkeit, dass sich die Kassetten während der Verwendung verschieben. Alternativ oder zusätzlich kann das Gehäuse zur Vereinfachung des Stapelns der Kassetten angepasst sein, wobei die Kassettenkopfstücke zum Beispiel Rippen und/oder Gräben enthalten, die ermöglichen, dass gestapelte Kopfstücke zusammen-

passen.

**[0032]** Der innere Verteiler (bevorzugt umfassend ein erstes Kassettenkopfstück und ein zweites Kassettenkopfstück) umfasst eine Reihe von Anschlüssen, Kanälen und/oder inneren Leitungen, die geometrisch angeordnet sind, um die Strömungsverteilung zu und vom Filter zu optimieren, und, wenn er in Retrofitanwendungen verwendet wird, besitzt er bevorzugt Abmessungen, eine Anschlussanordnung und eine Geometrie, die jener der industriellen Standard-Flachblattinstallationen ähnlich ist, und trägt die Strömung zu und von der vorangeordneten Anschlussanordnung des existierenden Flachblattverteilersystems.

**[0033]** Der innere Verteiler enthält mindestens einen Zulaufanschluss und mindestens einen Permeatanschluss und enthält typischerweise auch mindestens einen Retentatanschluss. Der innere Verteiler kann eine beliebige Anzahl von Anschlüssen besitzen. Zum Beispiel besitzt jedes Kassettenkopfstück typischerweise 1 bis 10 Permeatanschlüsse und 1 bis 10 Zulauf- oder Retentatanschlüsse, und Ausführungsformen können Variationskombinationen der Arten von Anschlüssen aufweisen, z. B. jedes Kassettenkopfstück kann drei Permeatanschlüsse und vier Zulauf- oder Retentatanschlüsse besitzen. Andere Ausführungsformen können weniger Anschlüsse besitzen oder eine größere Anzahl von Anschlüssen. Typischerweise enthalten das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils mindestens zwei Filtrationsanschlüsse und mindestens zwei Zulauf- oder Retentatanschlüsse.

**[0034]** In einigen Ausführungsformen der Erfindung enthält das Gehäuse, bevorzugter das erste und/oder zweite Kassettenkopfstück, mindestens ein Verbindungsstück, wie ein mit Widerhaken versehenes oder mit einem Gewinde versehenes Verbindungsstück, ein Hygieneanschlussstück oder ein Nicht-Hygieneanschlussstück. In einer bevorzugten Ausführungsform, bei der das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils ein Kassettenpermeatverbindungsstück umfassen, enthält das erste Kassettenkopfstück auch ein Kassettenzulaufverbindungsstück, das zweite Kassettenkopfstück enthält auch ein Kassettenretentatverbindungsstück, und jedes Verbindungsstück, d. h. die Kassettenpermeatverbindungsstücke, das Kassettenzulaufverbindungsstück und das Kassettenretentatverbindungsstück umfasst ein Hygieneanschlussstück.

**[0035]** Bevorzugt können das erste und das zweite Kassettenkopfstück jeweils gegenüberliegende planare oder im Allgemeinen planare obere und untere Wände besitzen (z. B. die Wände, die zum Inkontakt kommen mit den flachen Endplatten angepasst sind). Das erste und das zweite Kassettenkopfstück kann jeweils planare oder im Allgemeinen planare gegen-

überliegende Seitenwände besitzen. Typischerweise können die gegenüberliegenden oberen und unteren Wände eine größere planare Fläche besitzen als die gegenüberliegenden Seitenwände. Falls erwünscht können beliebige der oberen, unteren und Seitenwände des Filtergehäuses im Allgemeinen coplanar mit den Wänden der Kassettenkopfstücke sein.

**[0036]** Das Filter umfasst mindestens eine und bevorzugt zwei oder mehr Hohlfasermembranen. Das Filter ist im Filtergehäuse eingeschlossen, das an beiden Enden mit einem Einbettmittel, wie ein Klebstoff (z. B. Urethan und/oder Epoxy) eingebettet ist, wobei so der Zulauf und das Retentat vom Permeat abgeschlossen sind.

**[0037]** Eine Vielfalt von Hohlfasermembranen, bevorzugt poröse Hohlfasermembranen, können in der Kassette eingesetzt werden, und eine Kassette kann zwei oder mehr Membranen mit verschiedenen Eigenschaften enthalten. Die Hohlfasermembrane können im Wesentlichen glatte innere und äußere Oberflächen, gebogene innere und/oder äußere Oberflächen, zu Spiralen geformte innere und/oder äußere Oberflächen, Membranen mit einer Spiralform oder Kombinationen davon umfassen. Die Hohlfasermembranen, die polymer oder nichtpolymer sind, können mit einer Haut versehen sein, oder nicht. Alternativ oder zusätzlich können die Hohlfasermembranen symmetrisch oder asymmetrisch sein.

**[0038]** Die Hohlfasermembranen können gemäß einer Vielfalt von Verfahren hergestellt werden, einschließlich Schmelzspinn-, Trocken-Nass-Spinn- und Nass-Nass-Spinn-Prozesse. Die Membranen können aus einem beliebigen geeigneten Metall, einer Keramik, einem Polymer und/oder Kombinationen davon hergestellt werden. Bevorzugt sind die Membranen poröse Hohlfaserpolymermembrane.

**[0039]** Die Membranen in der Kassette können eine beliebige geeignete Porenstruktur besitzen, und die Kassette kann in der Mikrofiltration, Ultrafiltration und in Anwendungen der reversen Osmose verwendet werden.

**[0040]** In einigen Ausführungsformen der Kassette gemäß der Erfindung umfasst das Filter Hohlfasermembranen, die Poren in der inneren Oberfläche und dem inneren Abschnitt aufweisen, die größer sind als die Poren an der äußeren Oberfläche und dem äußeren Abschnitt, was eine effiziente Filtration bereitstellt, (wobei größere Moleküle, Spezien und Trümmer zurückgehalten und/oder eingefangen werden, während den kleineren Molekülen und/oder Spezien ermöglicht wird, in das Permeat zu laufen) und was vorteilhafterweise eine/einen vergrößerte(n) Kapazität und Widerstand gegenüber Verschmutzung bereitstellt. In bevorzugten Ausführungsformen halten die Membranen effizient die größeren Moleküle oder

Spezien zurück, während sie den kleineren Molekülen oder Spezien von Interesse ermöglichen, durchzulaufen bei einer/einem hohen Konzentration oder Durchsatz.

**[0041]** In einer Ausführungsform der Erfindung stellt die Hohlfaserkassette ein in sich abgeschlossenes Modul bereit und eine Mehrzahl von Kassetten können eingesetzt werden ohne die Verwendung äußerer Hardware-Verteiler für jede Kassette.

**[0042]** Ausführungsformen der Erfindung können Volumen-zu-Filteroberflächen-Verhältnisse und Haltevolumina bereitstellen, die jenen von herkömmlichen Flachblattkassettesystemen ähnlich sind, während sie eine Basisfläche bereitstellen, die jenen von herkömmlichen Flachblattsystemen ähnlich ist. Außerdem, da ein einzelnes Gehäuse verwendet werden kann, eher als eine Mehrzahl von zylindrischen Gehäusen oder Modulen für Hohlfasern (einschließlich den damit zusammenhängenden äußeren Leitungen und Anschlussstücken), kann die Erfindung eine kleinere Basisfläche und weniger Fluid-Stillstand aufweisen als die Mehrzahl zylindrischer Hohlfasermodule. Zusätzlich kann in vielen Anwendungen die erfindungsgemäße Kassette es dem Anwender ermöglichen, den Druckabfall innerhalb eines Systems zu reduzieren, da Hohlfasermembransysteme einen geringeren Widerstand gegenüber Strömung durch die Zulaufkanäle als herkömmliche Flachblattvorrichtungen zeigen können.

**[0043]** Ausführungsformen der Erfindung sind besonders geeignet zum Filtrieren viskoser Lösungen, Lösungen mit hohen Teilchenladungen und Lösungen, die gegenüber hohen Scheerraten empfindlich sind. Kassetten gemäß der Erfindung besitzen eine Vielfalt von Anwendungen, einschließlich zum Beispiel Gas- und/oder Flüssigkeitsfiltration, zum Beispiel Wasserfiltration (z. B. Teilchen- und/oder Mikroorganismus-Entfernung von Wasser aus Wasserwerken oder die Herstellung von reinem Wasser für die Mikroelektronik), Filtration von Farbe, Abwasser und die Entfernung von Teilchen, Pyrogen, Virus und/oder einem Mikroorganismus aus anderen Fluiden, einschließlich biologische Fluide, wie Blut.

**[0044]** In bevorzugten Ausführungsformen sind die Kassetten beim Filtern von Fluiden für die Protein-konzentrierung und -Reinigung nützlich, z. B. für bio-pharmazeutische Anwendungen, z. B. um Zellexpressionsprodukte von Zellen und unerwünschter zellulärer Materie zu isolieren. Andere Anwendungen umfassen zum Beispiel Zell-Virus-Trennung, Zell-Makromolekül-Trennung, Virus-Makromolekül-Trennung und Makromolekül-Makromolekül-Trennung.

**[0045]** Während die Kassetten bevorzugt in Tangentialströmungfiltrationsanwendungen ver-

wendet werden, können sie auch in Dead-End-Flow-Anwendungen verwendet werden. Sie können in Einfachdurchlauf- und Mehrtachdurchlauf-Anwendungen verwendet werden.

**[0046]** Jede der Komponenten der Erfindung wird nun detaillierter unten beschrieben werden, wobei gleiche Komponenten gleiche Bezugszeichen besitzen. Gemäß der Erfindung werden die Begriffe „Permat“ und „Filtrat“ (einschließlich zum Beispiel „Permeatanschluss“ und „Filtratanschluss“) austauschbar verwendet.

**[0047]** [Fig. 1](#) bzw. [Fig. 2](#) zeigen eine Explosionsansicht und eine Draufsicht einer/eines Hohlfaserkassette oder -moduls **1000** im zusammengebauten Zustand, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, umfassend ein äußeres Gehäuse **400**, umfassend ein Filtergehäuse **40**, wobei das Filtergehäuse darin ein Filter **20** angeordnet hat, das eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen **21** umfasst. Das Gehäuse **400** umfasst auch einen inneren Verteiler **50**, der ein erstes und ein zweites Kassettenkopfstück **51**, **52** umfasst, die mit den Enden des Filtergehäuses **40** in Verbindung stehen. Ein Einbettungsmittel (Einbettungsmaterial) stellt eine Dichtung **30** zwischen den äußeren Oberflächen der Enden der Membranen und der Innenseite des Filtergehäuses **40** bereit.

**[0048]** Gemäß der in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform umfasst das Filtergehäuse **40** eine Mehrzahl von Gehäusefiltratanschlüssen **202a–202e**, **204a–204e** (auf einer Seite des Gehäuses), und **203a–203e**, **205a–205e** (auf der entgegengesetzten Seite des Gehäuses), das erste Kassettenkopfstück **51** umfasst eine Mehrzahl von Zulaufanschlüssen **100a–100e** und Filtratanschlüsse **200a–200d**, und das zweite Kassettenkopfstück **52** umfasst eine Mehrzahl von Retentatanschlüssen **102a–102e** und Filtratanschlüssen **206a–206d**. Während es nicht in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist, da eine bevorzugte Ausführungsform der Kassette auch Anschlüsse auf der unteren Seite besitzt, umfasst das erste Kopfstück auch (wie teilweise in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt ist) eine Mehrzahl von Zulaufanschlüssen **101a–101e** und Filtratanschlüssen **201a–201e**, und das zweite Kopfstück umfasst eine Mehrzahl von Retentatanschlüssen **103a–103e** und Filtratanschlüssen **207a–207d**.

**[0049]** In jenen Ausführungsformen, in denen die Hohlfaserkassette in einem Flachblattkassetten-Retrofitsystem verwendet wird (z. B. umfassend einen/eine äußere(n) flache(n) Kassettenverteiler und Endplatte), ist die Kassette **1000** angeordnet, um eine Zulaufströmung von einem äußeren flachen Kassettenverteiler aufzunehmen und anschließend die Retentat- und Permeatströmung zum äußeren Verteiler zu lenken (z. B. wie in [Fig. 9](#) gezeigt, die einen äußeren Kassettenverteiler **500** mit Zulauf-

anschluss **502** und Retentatanschluss **504** zeigt, wobei die Kassette **1000** zwischen dem äußeren Verteiler **500** und der Endplatte **501** angeordnet ist; äußere Verteilerbolzen und äußere Verteilerfiltratanschlüsse sind nicht gezeigt). Es werden [Fig. 9](#), [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) als Referenz verwendet, so ist die Kassette **1000** angeordnet, um eine Zulaufströmung von dem äußeren Verteiler **500** aufzunehmen und bereitzustellen eine Zulaufströmung durch die Zulaufanschlüsse **100a–100e**, eine Retentatströmung durch die Anschlüsse **102a–102e** und eine Filtratströmung durch die Filtratanschlüsse **200a–200d** und **206a–206e**. Wie oben angegeben, da eine Ausführungsform der Kassette auch Anschlüsse auf der unteren Seite besitzt, ist sie auch angeordnet, um eine Zulaufströmung durch die Zulaufanschlüsse **101a–101e**, eine Rententaströmung durch die Anschlüsse **103a–103e** und eine Filtratströmung durch die Filtratanschlüsse **201a–201e** und **207a–207d** bereitzustellen.

**[0050]** In der in [Fig. 1](#) (Explosionsansicht) und [Fig. 2](#) (Ansicht im zusammengebauten Zustand) veranschaulichten Ausführungsform ist die Kassette **1000** für eine „Innen-Außen“-Strömung angeordnet, d. h. wobei der Zulauf in die Bohrungen der Hohlfasermembranen **21** des Filters **20** gelenkt wird, das Filtrat aus den inneren Oberflächen der Membranen zu den äußeren Oberflächen läuft und das Retentat tangential zu den inneren Oberflächen und entlang den Bohrungen der Membranen läuft. [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) zeigen Querschnittsansichten der zusammengebauten Kassette und zeigen die Zulauf-, Retentat- und Permeat-Strömungswege detaillierter.

**[0051]** Es werden [Fig. 1](#) und [Fig. 3](#) als Referenz verwendet, wobei [Fig. 3](#) auch eine äußere flache Kassettenendplatte **501** gepresst gegen eine Seite (z. B. den planaren oberen Wänden) der ersten und zweiten Kassettenkopfstücke **51** und **52** zeigt, demgemäß wird der Zulauf vom äußeren Verteiler (nicht gezeigt) durch die Zulaufanschlüsse **101a–101e**, Zulaufkammer **160** und in die inneren Bohrungen der Hohlfasermembranen **21** gelenkt. Das Filtrat läuft von den inneren Oberflächen der Membranen durch die äußeren Oberflächen, durch die Gehäusefiltratanschlüsse **203a–203e** und die ersten Kassettenkopfstückfiltratanschlüsse **201a–201e**, und durch die Gehäusefiltratanschlüsse **205a–205e** und die zweiten Kassettenkopfstückfiltratanschlüsse **207a–207d**. Das Filtrat lässt man nachfolgend durch die Filtratanschlüsse des äußeren Verteilers (nicht gezeigt) laufen.

**[0052]** In jenen Ausführungsformen, in denen eine flache Endplatte nicht gegen die Kassettenkopfstücke gepresst ist, z. B. bei denen eine Mehrzahl von Kassetten zusammengestapelt werden und der Zulauf anfänglich in die untere Kassette läuft, läuft der Zulauf auch durch die Zulaufanschlüsse **100a–100e**

in die oberen Kassette(n), und das Filtrat von der/den oberen Kassette(n) läuft in die untere Kassette. Falls erwünscht kann jede der Kassette mindestens einen zusätzlichen Filtratanschluss enthalten, der angeordnet ist, um die Strömung des Filtrats von der/den oberen Kassette(n) zu der/den unteren Kassette(n) zu ermöglichen.

**[0053]** Das Retentat, d. h. das Fluid, das nicht durch die inneren und äußeren Oberflächen der Membranen läuft, läuft tangential zu den inneren Oberflächen der Membranen und durch die Retentatanschlüsse. Es werden [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) als Referenz verwendet (wobei [Fig. 4](#) auch die äußere flache Kassettenendplatte **501** zeigt, die gegen eine Seite der ersten und zweiten Kassettenkopfstücke **51**, **52** gepresst ist), demgemäß läuft das Retentat tangential zu den inneren Oberflächen der Membranen, entlang den hohen Bohrungen, in die Retentatkammer **180** und durch die Retentatanschlüsse **103a–103e**. Das Retentat kann nachfolgend durch den/die Retentatanschluss/anschlüsse des flachen Kassettenverteilers (z. B. der Retentatanschluss **504**, der in [Fig. 9](#) gezeigt ist) laufen. In jenen Ausführungsformen, bei denen eine flache Endplatte nicht gegen die Kassettenkopfstücke gepresst ist, z. B. bei denen eine Mehrzahl von Kassetten zusammen gestapelt sind und der Zulauf von der unteren Kassette in den/die oberen Kassette(n) läuft, läuft das Retentat auch von der/den oberen Kassette(n) durch die Retentatanschlüsse **102a–102e** in die Retentatkammer und durch die Retentatanschlüsse **103–103e**.

**[0054]** In jenen Ausführungsformen, in denen eine Mehrzahl von Hohlfaserkassetten zusammen gestapelt sind, kann Fluid durch eine beliebige Anzahl von Kassetten laufen.

**[0055]** In einigen Ausführungsformen enthält mindestens ein Kassettenkopfstück, typischerweise bei den Kassettenkopfstücken, versetzte Anschlüsse, z. B. um eine erwünschte Strömung und Strömungstrennung für den Zulauf, das Permeat und das Retentat bereitzustellen. [Fig. 5](#) zeigt eine detailliertere Ansicht der Ausführungsform des Kassettenkopfstücks, z. B. des zweiten Kassettenkopfstücks **52**, das in [Fig. 1](#) gezeigt ist (bevorzugt sind das erste und das zweite Kopfstück ähnlich oder identisch angeordnet), wobei jeder Kassettenfiltratanschluss (**206a–206e**, **207a–207e**) einen äußeren Filtratanschluss (**220a–220e** bzw. **221a–221e**), einen inneren Filtratanschluss (**222a–222e** bzw. **223a–223e**), und eine Filtratzwischenleitung oder einen Kanal (**224a–224e** bzw. **225a–225e**), die/der eine Fluid-Verbindung zwischen dem äußeren Anschluss und dem inneren Anschluss bereitstellt, umfasst. Zum Beispiel umfasst der Kassettenfiltratanschluss **206a** einen äußeren Filtratanschluss **220a**, einen inneren Filtratanschluss **222a** und eine Filtratzwischenleitung **224a**, angeordnet zwischen dem äußeren und dem inneren Filtrat-

anschluss. Auf der entgegengesetzten Seite des zweiten Kassettenkopfstückes umfasst der Kassettenfiltratanschluss **207a** einen äußeren Filtratanschluss **221a**, einen inneren Filtratanschluss und eine Filtratzwischenleitung, die zwischen dem äußeren und dem inneren Filtratanschluss angeordnet ist.

**[0056]** Da das erste und zweite Kassettenkopfstück bevorzugt ähnlich angeordnet sind, unter Verwenden der Ausführungsformen, die in [Fig. 1](#) und [Fig. 5](#) dargestellt sind, als Referenz, umfasst eine Ausführungsform des ersten Kassettenkopfstücks **51** Kassettenfiltratanschlüsse (**200a–200e**, **201a–201e**), umfassend äußere Filtratanschlüsse, innere Filtratanschlüsse und Filtratzwischenleitungen oder Kanäle, die eine Fluid-Verbindung zwischen dem äußeren Anschluss und dem inneren Anschluss bereitstellen. Zum Beispiel umfasst der Kassettenfiltratanschluss **200a** einen äußeren Filtratanschluss, einen inneren Filtratanschluss und eine Filtratzwischenleitung, die zwischen dem äußeren und dem inneren Filtratanschluss angeordnet ist. Auf der anderen Seite des ersten Kassettenkopfstücks umfasst der Kassettenfiltratanschluss **201a** einen äußeren Filtratanschluss, einen inneren Filtratanschluss und eine Filtratzwischenleitung, die zwischen dem äußeren und dem inneren Filtratanschluss angeordnet ist.

**[0057]** So eine versetzte Anschlussanordnung für das erste und das zweite Kassettenkopfstück verbessert den Raum für eine Strömung zwischen den Zulauf- und Retentatanschlüssen des Kassettenkopfstücks und den inneren Bchrungen der Membranen in dem Gehäuse, ohne mit der Strömung zwischen den Filtratanschlüssen des Gehäuses und der Filtratzwischenleitungen des inneren Verteilers zu interferieren. Sobald das Filtergehäuse eingebettet ist und die Kassette zusammengebaut ist, ist die Kassette derart angeordnet, dass das Filtrat von dem Zulauf und dem Retentat isoliert ist.

**[0058]** [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) zeigen eine andere Ausführungsform einer/eines Hohlfaserkassette oder -moduls **1000** gemäß der Erfindung, auch umfassend ein äußeres Gehäuse **400**, das ein Filtergehäuse **40** umfasst, das darin angeordnet ein Filter **20** aufweist, das eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen **21** umfasst (das Filter ist in dem Gehäuse eingeschlossen wie oben beschrieben), wobei das Gehäuse **400** auch einem inneren Verteiler **50** umfasst, der ein erstes und ein zweites Kassettenkopfstück **51**, **52** umfasst, die mit den Enden des Filtergehäuses **40** in Verbindung stehen. Jedoch enthält die Ausführungsform der Kassette, die in [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) veranschaulicht ist, auch eine Mehrzahl von Hygienanschlussstücken, wie detaillierter in [Fig. 7](#) gezeigt ist, d. h. das erste Kassettenkopfstück **51** umfasst auch einen Zulaufhygieneanschluss **150** und einen Filtrathygieneanschluss **250**, und das zweite Kassettenkopfstück **52** umfasst auch einen Retentathygieneanschluss **152** und einen Filtr-

rathygienanschluss **252**. Die Hygieneanschlussstücke ermöglichen direkte Verbindungen (ohne äußere Verteiler) für die Zulauf-, Retentat- und Permeatströmung.

**[0059]** [Fig. 8](#) zeigt eine detailliertere Ansicht der Ausführungsform eines Kassettenkopfstücks, z. B. des Kassettenkopfstücks **52**, das in [Fig. 7](#) gezeigt ist. Ähnlich zu der Ausführungsform des zweiten Kassettenkopfstücks **52**, das in [Fig. 5](#) gezeigt ist, umfasst das zweite Kassettenkopfstück **52**, das in [Fig. 8](#) gezeigt ist versetzte Anschlüsse, wobei jeder Filtratanschluss (**206a–206e**, **207a–207e**) umfasst einen äußeren Filtratanschluss (**220a–220e** bzw. **221a–221e**), einen inneren Filtratanschluss (**222a–222e** bzw. **223a–223e**) und eine/einen Filtratzwischenleitung oder Kanal (**224a–224e** bzw. **225a–225e**), der eine Fluid-Verbindung zwischen dem äußeren Anschluss und dem inneren Anschluss bereitstellt. So umfasst der Kassettenfiltratanschluss **206a** einen äußeren Filtratanschluss **220a**, einen inneren Filtratanschluss **222a** und eine Filtratzwischenleitung **224a** die zwischen dem äußeren und dem inneren Filtratanschluss angeordnet ist. Auf der entgegengesetzten Seite des Kassettenkopfstücks umfasst der Kassettenfiltratanschluss **207a** einen äußeren Filtratanschluss **221a**, einen inneren Filtratanschluss **223a** und eine Filtratzwischenleitung **225a**, die zwischen dem äußeren und dem inneren Filtratanschluss angeordnet ist. Jedoch umfasst gemäß der in [Fig. 8](#) gezeigten Ausführungsform das zweite Kassettenkopfstück **52** auch ein Retentathygieneanschlussstück **152**, ein Filtrathygieneanschlussstück **252** und zusätzliche Filtratleitungen **251a–251e** und **253a–253e**. Die zusätzlichen Filtratleitungen stellen eine Fluid-Verbindung zwischen den Filtratleitungen **224a–224e**, **225a–225e** und dem Filtrathygieneanschlussstück **252** bereit, und das Retentathygieneanschlussstück **152** ist in Fluid-Verbindung mit der Retentatkammer **180**. Das erste Kassettenkopfstück kann eine ähnliche Anordnung von Anschlüssen und Leitungen aufweisen, wobei das Zulaufhygieneanschlussstück **150** in Fluid-Verbindung mit der Zulaufkammer **160** steht.

**[0060]** Veranschaulichend, da das erste und das zweite Kassettenkopfstück bevorzugt ähnlich angeordnet sind, unter Verwenden der in [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) veranschaulichten Ausführungsformen als Referenz, umfasst eine Ausführungsform des ersten Kassettenkopfstücks **51** Kassettenfiltratanschlüsse (**200a–200e**, **201a–201e**), umfassend äußere Filtratanschlüsse (**212a–212e** bzw. **211a–221e**), innere Filtratanschlüsse (**214a–214e** bzw. **213a–213e**) und die Filtratzwischenleitungen oder Kanäle (**216a–216e** bzw. **215a–215e**), die eine Fluid-Verbindung zwischen dem äußeren Anschluss und dem inneren Anschluss bereitstellen. Das erste Kassettenkopfstück **51** umfasst auch ein Zulaufhygieneanschlussstück **150** in Fluid-Verbindung mit der Zulaufkammer **160**,

wie auch ein Filtrathygieneanschlussstück **250**, und zusätzliche Filtratleitungen. Die zusätzlichen Filtratleitungen stellen eine Fluid-Verbindung zwischen den Filtratzwischenleitungen **214a–214e**, **213a–213e** und dem Filtrathygienanschlussstück **250** bereit, und das Zulaufhygieneanschlussstück **150** ist in Fluid-Verbindung mit der Zulaufkammer **160**.

**[0061]** Wie mit der in [Fig. 1](#), [Fig. 2](#) und [Fig. 5](#) veranschaulichten Ausführungsform kann die in [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) gezeigte Ausführungsform als ein Retrofit in Flachblattkassettenanwendungen eingesetzt werden und kann mit herkömmlichen flachen Kassettenystemen verwendet werden. Jedoch ist die in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigte Ausführungsform speziell vorteilhaft insofern, als sie mit herkömmlichen flachen Endplatten eingesetzt werden kann, ohne die Verwendung von äußeren flachen Plattenverteilern zu erfordern. Zum Beispiel, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, da eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Kassette eine Mehrzahl von Hygieneanschlussstücken enthält, kann sie zwischen herkömmlichen flachen Endplatten (flachen Platten **501** und **511**) positioniert werden und die Zulauf-, Retentat- und Filtratleitungen können angeschlossen werden ohne Verwenden eines äußeren Verteilers. Da typische äußere Verteiler aus Edelstahl sind mit verdrillten Anschlüssen, die für besondere Anwendungen entworfen sind, können die Verteiler voluminös, schwer, teuer und ungeeignet sein für eine Vielfalt von Anwendungen. Gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung werden die flachen Platten lediglich verwendet, um die Kassetten in Position zu halten, und dieselben Platten können verwendet werden, um eine Vielfalt von Hohlfaserkassettenkonfigurationen zu halten.

**[0062]** Gemäß den in [Fig. 6](#) bis [Fig. 8](#) und [Fig. 10](#) gezeigten Ausführungsformen läuft der Zulauf durch ein Zulaufhygieneanschlussstück **150**, eine Zulaufkammer **160** und in die inneren Bohrungen der Hohlfasermembranen **21**. Das Filtrat läuft von den inneren Oberflächen der Membranen durch die äußeren Oberflächen, durch die Gehäusefiltratanschlüsse **202a–202e** und die ersten Kassettenkopfstückfiltratanschlüsse **200a–200e** und durch die Gehäusefiltratanschlüsse **204a–204e** und die zweiten Kassettenkopfstückfiltratanschlüsse **206a–206d**. Das Filtrat läuft durch die zusammenhängenden Permeatzwischenkanäle und zusätzlichen Filtratleitungen und durch die Permeathygieneanschlussstücke **250** und **252**. Der Zulauf läuft auch durch Zulaufanschlüsse **100a–100e** in die oberen Kassetten und das Filtrat von den oberen Kassetten läuft in die untere Kassette, nachdem es von den inneren Oberflächen der Membranen durch die äußeren Oberflächen gelaufen ist. Falls erwünscht kann jede der Kassetten mindestens einen zusätzlichen Filtratanschluss enthalten, der angeordnet ist, um die Strömung des Filtrats von der/den oberen Kassette(n) zu der/den unteren Kassette(n) zu ermöglichen.

**[0063]** Das Retentat läuft tangential zu den inneren Oberflächen der Membranen, entlang der hohlen Bohrungen in die Retentatkammer **180** und durch das Retentathygieneanschlussstück **152**. Da der Zulauf von der unteren Kassette zu der/den oberen Kassette(n) läuft, läuft das Retentat, das von der/den oberen Kassette(n) läuft, in die untere Kassette durch die Rentatanschlüsse **102a–102e** und durch das Retentathygieneanschlussstück **152**.

**[0064]** Gemäß der Erfindung können beliebige Ausführungsformen der Hohlfaserkassette individuell oder zusammen gestapelt verwendet werden. In einer veranschaulichenden Anordnung, wie in [Fig. 10](#) gezeigt ist, können eine oder mehrere Kassetten, wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, auf einer der Kassetten, wie in [Fig. 7](#) gezeigt ist, gestapelt werden. In einer noch anderen Ausführungsform, wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, werden zwei oder mehr Kassetten wie in [Fig. 1](#) gezeigt zusammen gestapelt.

**[0065]** [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen der Kassette, besonders zum Anordnen des Filters im Filtergehäuse. Zum Beispiel wird ein leeres Filtergehäuse **40** beschafft und eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen **21** wird darin angeordnet, bevorzugt derart, dass beide Enden von jeder der Fasermembranen sich über das Ende des Gehäuses **40** erstrecken. Falls erwünscht können die Enden der Membranen eingeschlossen werden, z. B. mit einem Einbettmittel gefüllt werden (manchmal bezeichnet als „Voreinbetten“, was typischerweise das Anordnen des Endes der Membran in einem Einbettungsmaterial, Entfernen des Endes vom Material und Aushärten lassen des Einbettungsmaterials umfasst), bevor die Membranen im Gehäuse angeordnet werden. Alternativ können die Membranen voreingebettet werden nach dem Anordnen der Membranen im Filtergehäuse. [Fig. 12](#) zeigt eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen (jede Membran mit einem Ende **90** voreingebettet), angeordnet in dem Gehäuse. Das Einbettungsmittel in den Enden der Membranen sollte sich nicht über das Ende des Gehäuses **40** erstrecken, da, wie in [Fig. 13](#) gezeigt ist, nachdem das Gehäuse vom Einbettungsmaterial entfernt worden ist und das Material ausgehärtet ist, man die Membranen (z. B. die eingebetteten Enden **90**) mit den Enden des Gehäuses **40** derart bündig abschließen wird, dass die Enden der Membranen offen sind.

**[0066]** Nach dem Voreinbetten wird das Gehäuse derart eingebettet, dass die Gehäuseenden abgeschlossen sind, d. h. die Fläche zwischen den Membranen und der Fläche zwischen der inneren Oberfläche des Gehäuses und der äußeren Fläche der Membranen wird abgeschlossen. Zum Beispiel kann jedes Ende des Gehäuses, mit einer Mehrzahl von voreingebetteten Membranen, die sich aus dem Ende erstrecken, in einem Einbettungsmittel ange-

ordnet werden. [Fig. 12](#) zeigt ein Ende des Gehäuses, das in einem Einbettungsbecher **600** mit einem Einbettungsmittel **30a** (Einbettungsklebstoff) darin angeordnet ist. In dieser veranschaulichten Ausführungsform ist das Gehäuse in dem Einbettungsbecher derart angeordnet, dass die Filtratanschlüsse des Gehäuses oberhalb des Niveaus des Einbettungsmittels sind, was so verhindert, dass die Filtratanschlüsse mit Einbettungsmittel verschlossen werden, während ermöglicht wird, dass das Ende des Gehäuses abgeschlossen wird. Falls erwünscht können die äußeren Oberflächen der Enden des Gehäuses mit einem entfernbarer Material, wie ein Teflonband bedeckt werden, z. B. um nachfolgend überschüssigem gehärteten Einbettungsmittel zu ermöglichen, sauber entfernt zu werden.

**[0067]** Das andere Ende des Filtergehäuses kann auf eine ähnliche Weise eingekapselt werden. Wie in [Fig. 13](#) gezeigt ist, werden, nachdem die Enden des Gehäuses von dem Einbettungsbecher entfernt worden sind und das Einbettungsmaterial ausgehärtet ist, die Enden der Hohlfasermembranen bündig mit den Enden des Gehäuses abgeschlossen, was (wie in [Fig. 14](#) gezeigt ist) eingebettete Gehäuseenden bereitstellt, ohne die inneren Bohrungen der Membranen zu blockieren.

**[0068]** Nachfolgend wird der innere Verteiler **50**, der das erste und das zweite Kassettenkopfstück **51** und **52** umfasst, mit den Enden des Filtergehäuses derart verbunden, dass die Filtratanschlüsse in den Kopfstücken mit den entsprechenden Filtratanschlüssen im Gehäuse kommunizieren, und die Zulauf- und Retentatanschlüsse in den Kopfstücken kommunizieren mit den entsprechenden inneren Bohrungen der Membranen. Typischerweise sind die Kassettenkopfstücke und das Filtergehäuse derart konfiguriert, dass es einen festen Sitz zwischen den äußeren Oberflächen des Filtergehäuses und den inneren Oberflächen der Kassettenkopfstücke gibt.

**[0069]** Bevorzugt wird das Filtergehäuse **40** zum inneren Verteiler **50** abgeschlossen, bevorzugter unter Verwenden eines Klebstoffs. Sobald die Hohlfaserkassette zusammengebaut ist, kann sie in Filtrationsanwendungen eingesetzt werden, z. B. wobei die Kassettenkopfstücke mit äußeren Verteilern und/oder Endplatten oder Haltern verbunden werden, z. B. Endplatten, die für das Unterbringen von Flachblattmembrankassetten entworfen sind. Da die Kassette bevorzugt eine Konfiguration (z. B. Abmessungen und eine Anschlussanordnung) besitzt, die jener der Industrie-Standard-Flachblattinstallationen ähnlich ist (z. B. Flachblattkassetten oder Platten- und Rahmenvorrichtungen), können Ausführungsformen der Erfindung mit herkömmlichen Systemen ohne zusätzliche Teile, Adapter und/oder Modifikationen eingesetzt werden.

**[0070]** Die Kassette kann eine beliebige geeignete Konfiguration besitzen, z. B. eine beliebige Anzahl von Zulauf-, Retentat- und Filtratanschlüssen, eine beliebige Anzahl von Fasern (wobei die Fasern ähnliche oder unterschiedliche Eigenschaften besitzen, wie Porenstruktur, Asymmetrie, Symmetrie, Wanddicke, Zugfestigkeit, innerer Durchmesser, äußerer Durchmesser). Während die [Fig. 5](#) und [Fig. 8](#) Ausführungsformen eines Kassettenkopfstückes mit versetzten inneren und äußeren Kassettenfiltratanschlüssen zeigen, die jeweils über eine im wesentlichen horizontale Permeatzwischenleitung verbunden sind, fehlen an anderen Ausführungsformen versetzte Anschluss und/oder Leitungen. Alternativ oder zusätzlich können die Filtratanschlüsse über andere Leitungskonfigurationen verbunden sein, z. B. diagonale Leitungen, gekrümmte Leitungen und Kombinationen davon.

EP 1 359 993

## Patentansprüche

1. Hohlfaserkassette, umfassend (**1000**): ein Filtergehäuse (**40**), wobei das Filtergehäuse (**40**) eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen (**202a–202e**, **203a–203e**, **204a–204e**, **205a–205e**) umfasst; ein Filter (**20**), das in dem Gehäuse (**40**) angeordnet ist, wobei das Filter (**20**) eine Mehrzahl von Hohlfasermembranen (**21**) umfasst; einen inneren Verteiler (**50**), der ein erstes Kassettenkopfstück (**51**) und ein zweites Kassettenkopfstück (**52**) umfasst; wobei das erste Kassettenkopfstück (**51**) weiter mindestens einen Kassettenzulaufanschluss (**100a–100e**, **101a–101e**) umfasst; das zweite Kassettenkopfstück (**52**) weiter mindestens einen Kassettenretentatanschluss (**102a–102e**, **103a–103e**) umfasst; dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Kassettenkopfstück (**51** und **52**) jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen (**200a–200d**, **206a–206d**, **207a–207d**) umfasst, wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse (**202a–202e**, **203a–203e**, **204a–204e**, **205a–205e**) in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen (**200a–200d**, **206a–206d**, **207a–207d**) stehen.

2. Hohlfaserkassette (**1000**) nach Anspruch 1, wobei: das erste und das zweite Kassettenkopfstück (**51** und **52**) jeweils ein Kassettenpermeatverbindungsstück aufweisen, wobei die Kassettenpermeatanschlüsse (**200a–200d**, **206a–206d**, **207a–207d**) in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatverbindungsstücken stehen; das erste Kassettenkopfstück (**51**) weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenzulaufanschlüssen und ein Kassettenzulaufverbindungsstück, wobei die

Kassettenzulaufanschlüsse (100a–100e, 101a–101e) in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenzulaufverbindungsstück stehen; und das zweite Kassettenkopfstück (52) weiter umfasst eine Mehrzahl von Kassettenretentatanschlüssen und ein Kassettenretentatverbindungsstück, wobei die Kassettenretentatanschlüsse (102a–102e, 103a–103e) in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenretentatverbindungsstück stehen.

3. Hohlfaserkassettensystem, umfassend: eine Hohlfaserkassette (1000) nach Anspruch 1 und eine Hohlfaserkassette (1000) nach Anspruch 2, wobei die Hohlfaserkassette (1000) nach Anspruch 1 in Fluid-Verbindung mit der Hohlfaserkassette (1000) nach Anspruch 2 derart steht, dass die Kassettenzulaufanschlüsse (100a–100e, 101a–101e) der Kassetten in wechselseitiger Fluid-Verbindung stehen, die Kassettenpermeatanschlüsse (200a–200d, 205a–206d, 207a–207d) der Kassetten in wechselseitiger Fluid-Verbindung stehen, und die Retentatanschlüsse (102a–102e, 103a–103e) der Kassetten in wechselseitiger Fluid-Verbindung stehen.

4. Hohlfaserkassettensystem, umfassend: mindestens eine erste Hohlfaserkassette (1000) nach Anspruch 1 und, in Fluid-Verbindung damit, eine zusätzliche Hohlfaserkassette (1000), umfassend ein Filtergehäuse (40), wobei das Filtergehäuse (40) eine Mehrzahl von Filtergehäusepermeatanschlüssen (202a–202e, 203a–203e, 204a–204e, 205a–205e) enthält; ein Filter (20), das in dem Gehäuse angeordnet ist, wobei das Filter (20) eine Mehrzahl von Hohlfasernmembranen (21) umfasst; einen internen Verteiler (50), umfassend ein erstes Kassettenkopfstück (51) und ein zweites Kassettenkopfstück (52), wobei das erste und zweite Kassettenkopfstück (51 und 52) jeweils eine Mehrzahl von Kassettenpermeatanschlüssen (200a–200d, 206a–206d, 207a–207d) umfasst; und ein Kassettenpermeat-Hygieneanschlussstück (250), wobei die Filtergehäusepermeatanschlüsse (202a–202e, 203a–203e, 204a–204e, 205a–205e) in Fluid-Verbindung mit den Kassettenpermeatanschlüssen (200a–200d, 206a–206d, 207a–207d) stehen; und die Kassettenpermeatanschlüsse (200a–200d, 206a–206d, 207a–207d) in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenpermeat-Hygieneanschlussstück (250) stehen; das erste Kassettenkopfstück (51) weiter eine Mehrzahl von Kassettenzulaufanschlüssen (100a–100e, 101a–101e) und ein Kassettenzulauf-Hygieneanschlussstück (150) umfasst, wobei die Kassettenzulaufanschlüsse (100a–100e, 101a–101e) in Fluid-Verbindung mit den Kassettenzulauf-Hygieneanschlussstück (150) steht; und das zweite Kassettenkopfstück (52) weiter eine Mehrzahl von Kassettenretentatanschlüssen (102a–102e, 103a–103e) und ein Kassettenretentat-Hygieneanschlussstück (152) umfasst, wobei die Kassettenre-

tentatanschlüsse (102a–102e, 103a–103e) in Fluid-Verbindung mit dem Kassettenretentat-Hygieneanschlussstück (152) stehen.

5. Kassette (1000) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der erste und/oder zweite Kassettenkopfpermeatanschluss (51 und/oder 52) versetzte Innen- und Außenpermeatanschlüsse (222a–222e, 223a–223e, 220a–220e, 221a–221e) umfasst, und/oder wobei das erste und/oder zweite Kassettenkopfstück (51 und/oder 52) mindestens ein Hygieneanschlussstück umfasst.

6. Kassette (1000) nach Anspruch 5, wobei das erste und das zweite Kassettenkopfstück (51 und 52) jeweils ein Permeat-Hygieneanschlussstück (250, 252) umfassen.

7. Kassette (1000) nach Anspruch 6, wobei das erste Kassettenkopfstück (51) weiter ein Zulauf-Hygieneanschlussstück (150) umfasst, und das zweite Kassettenkopfstück (52) weiter ein Retentat-Hygieneanschlussstück (152) umfasst.

8. Kassette (1000) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5, 6 oder 7, angepasst zur Verwendung mit einem flachen Membrankassettenverteilersystem und/oder zwei flachen Endplatten (501, 511).

9. Kassette (1000) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 bis 8, wobei das erste und zweite Kassettenkopfstück (51 und 52) jeweils entgegengesetzte, planare obere oder untere Wände umfasst.

10. Verfahren zum Verarbeiten eines Fluids, umfassend:  
Laufenlassen eines Fluids durch die Kassette (1000) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 bis 9; und Erhalten eines Permeats, das durch das Filter (20) läuft.

11. Verfahren zum Trennen eines Fluids in ein Permeat und ein Retentat, umfassend Laufenlassen eines Zulauf-Fluids in eine Hohlfaserkassette (1000) nach einem der Ansprüche 1, 2, 5 bis 9.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

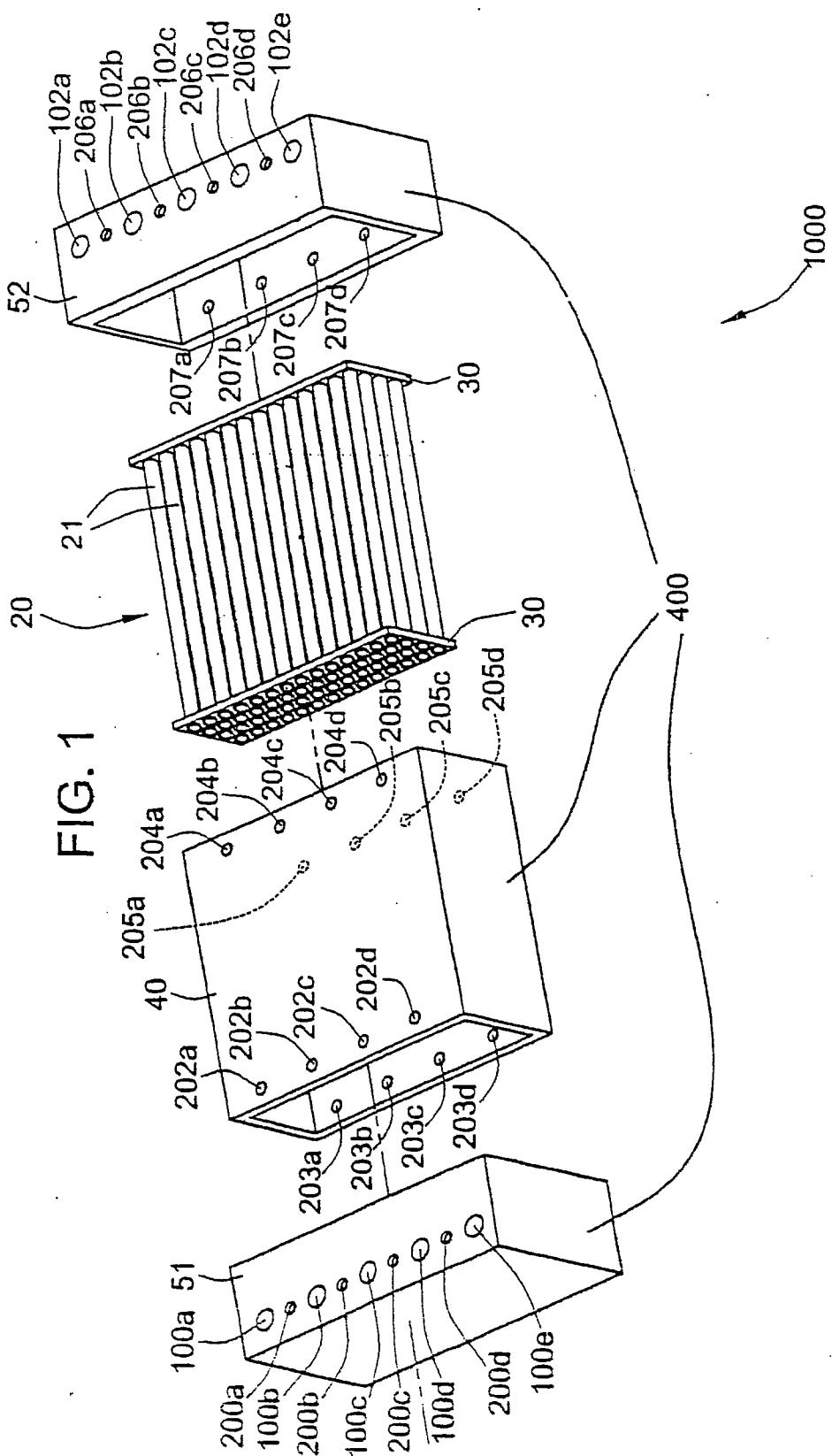


FIG. 2

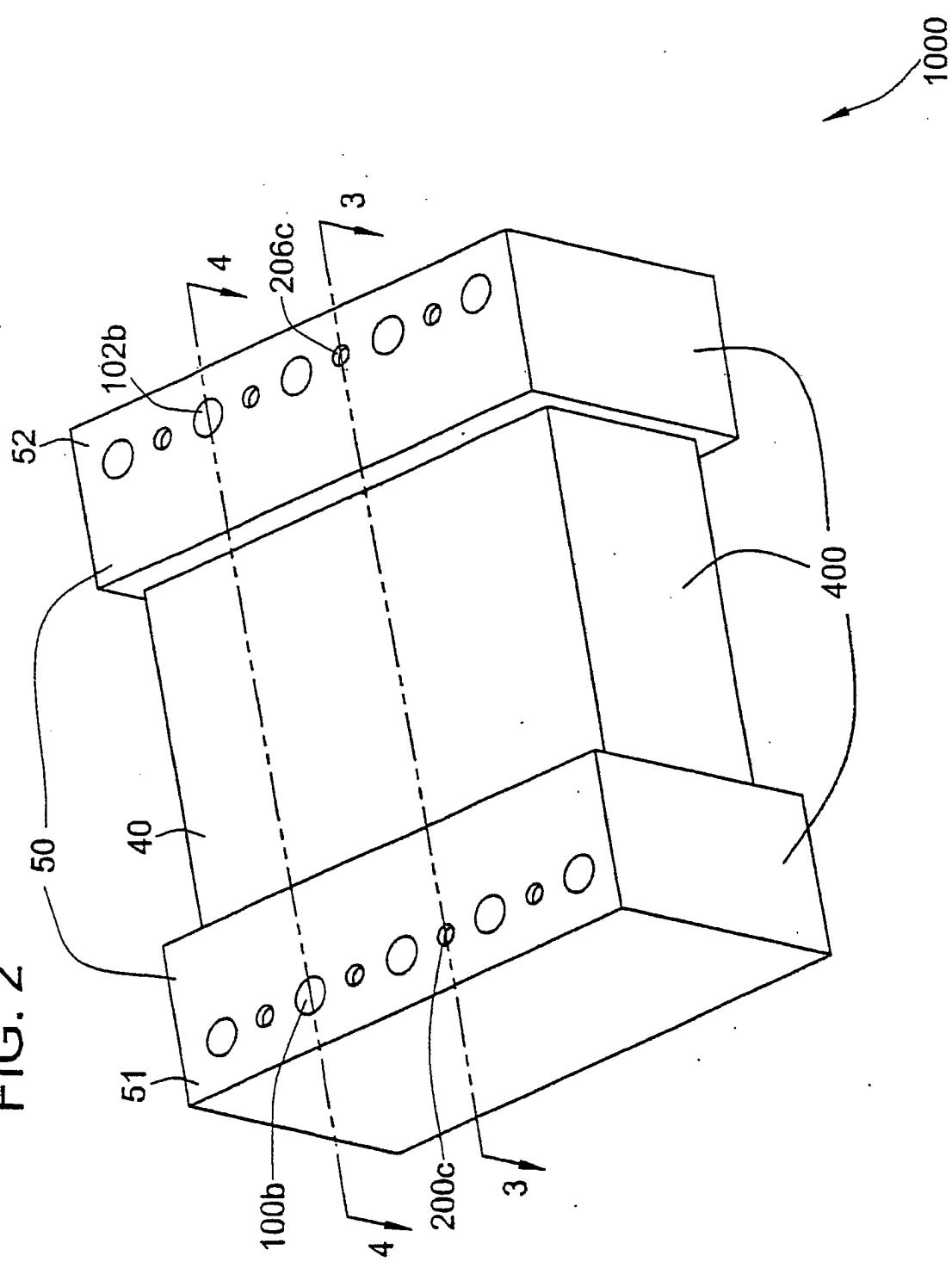
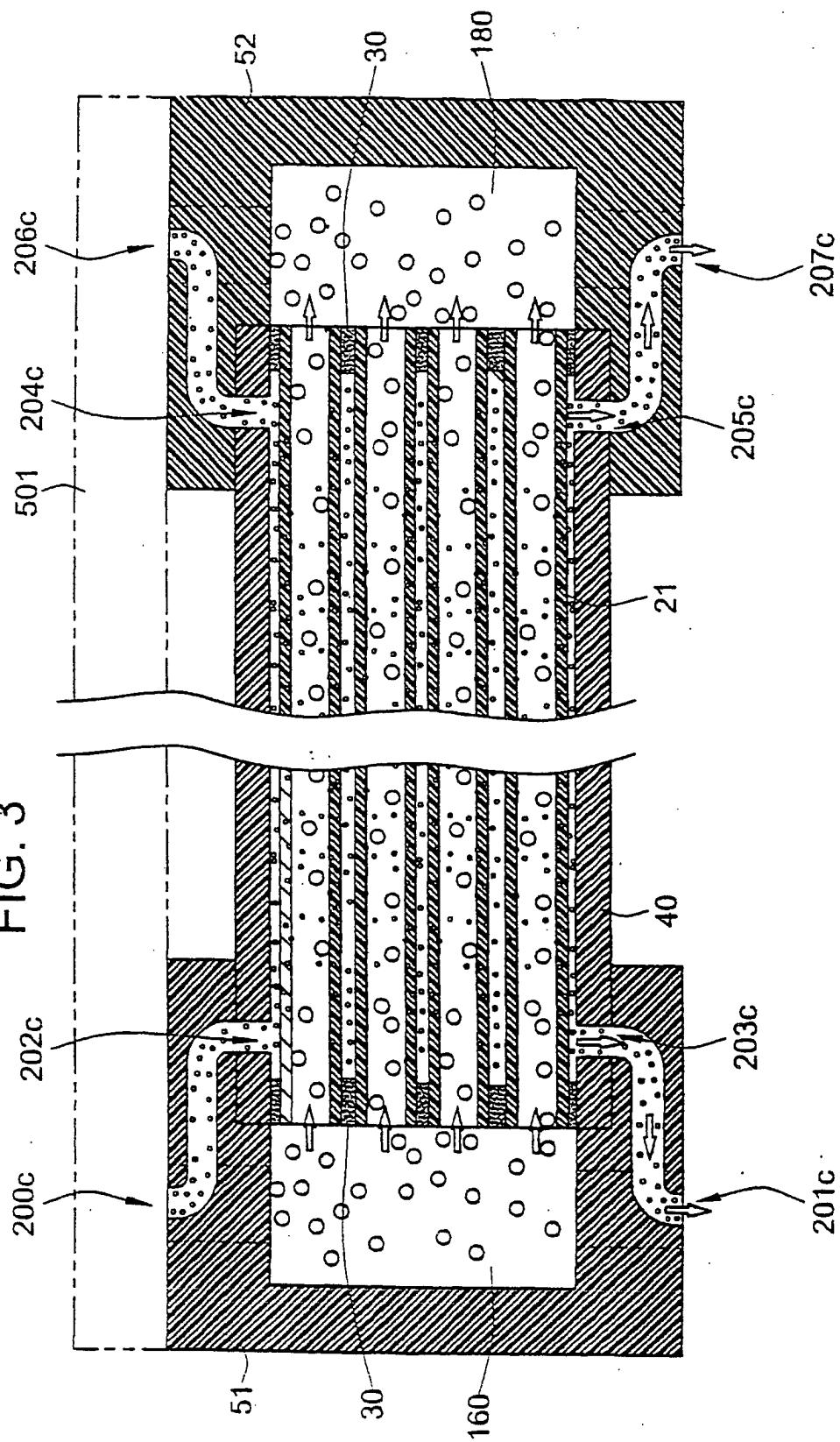


FIG. 3



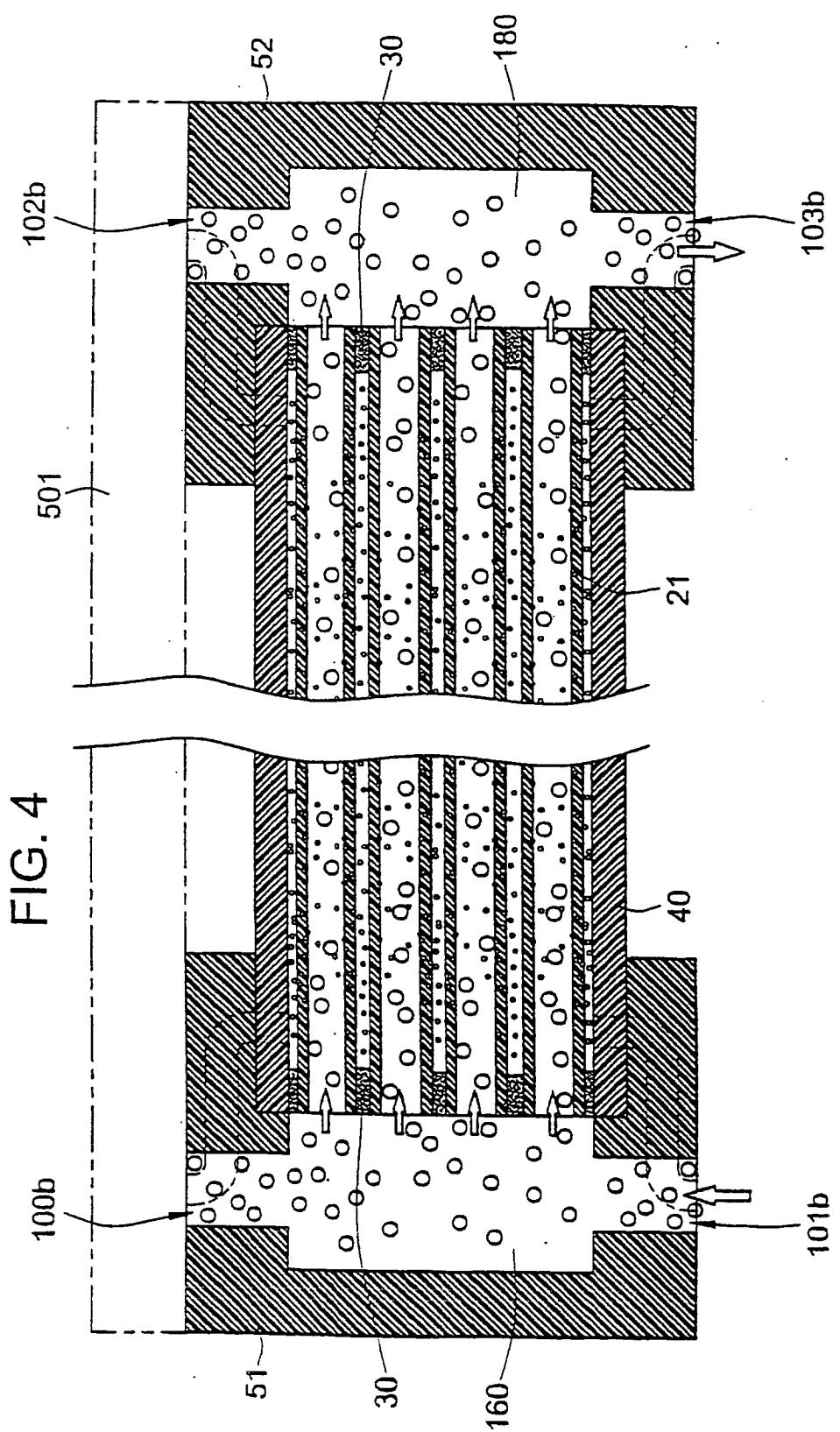
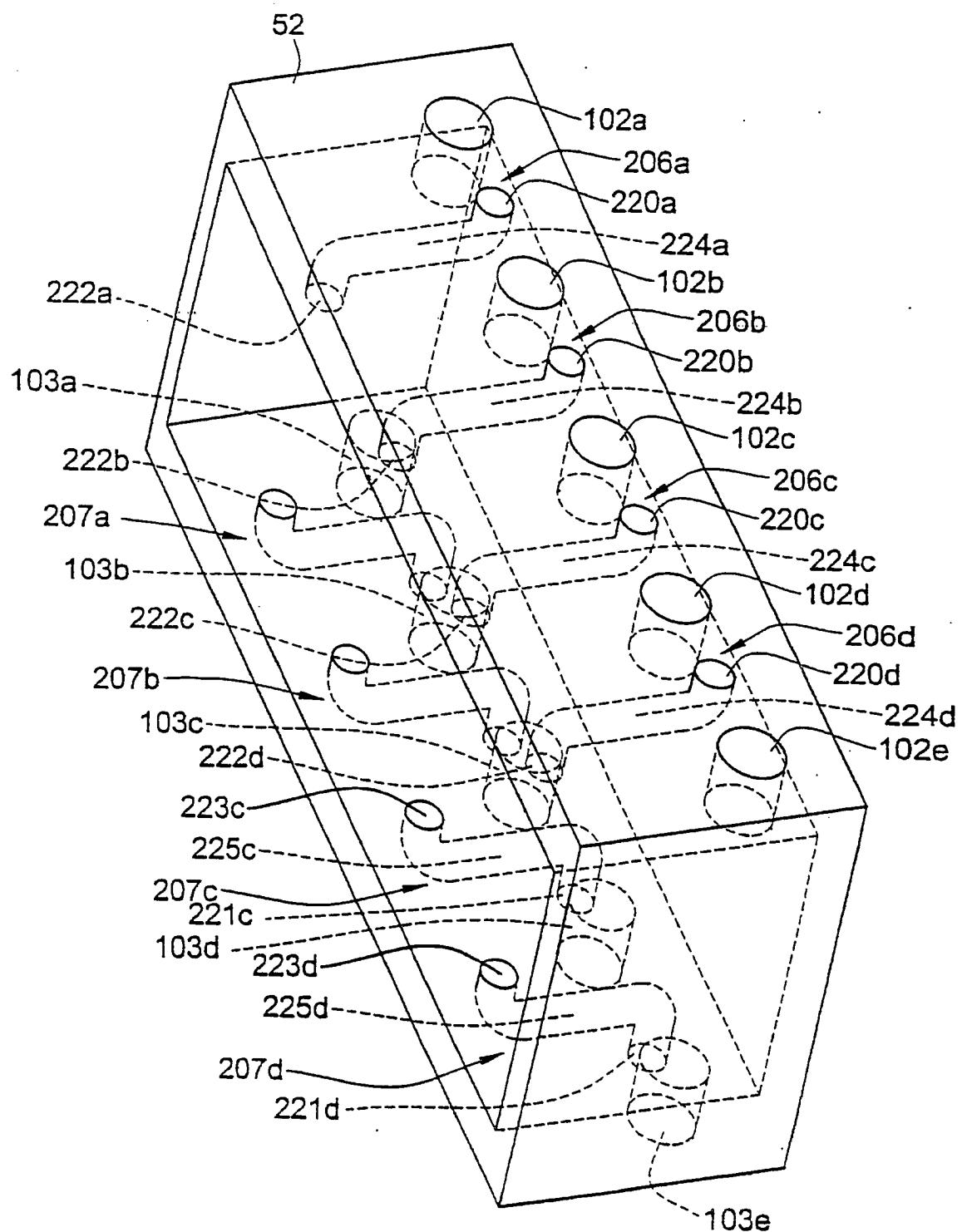


FIG. 5



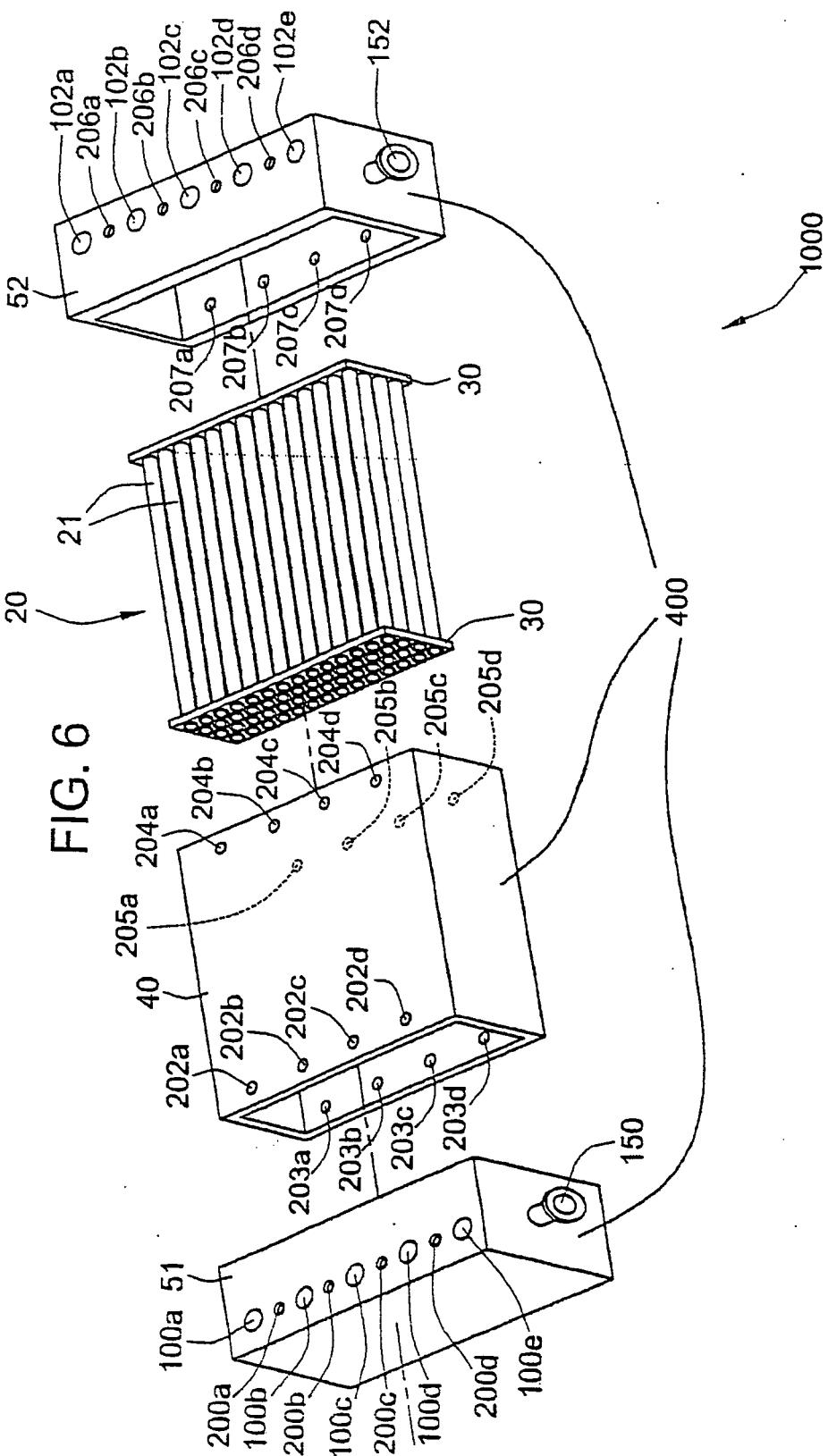


FIG. 7

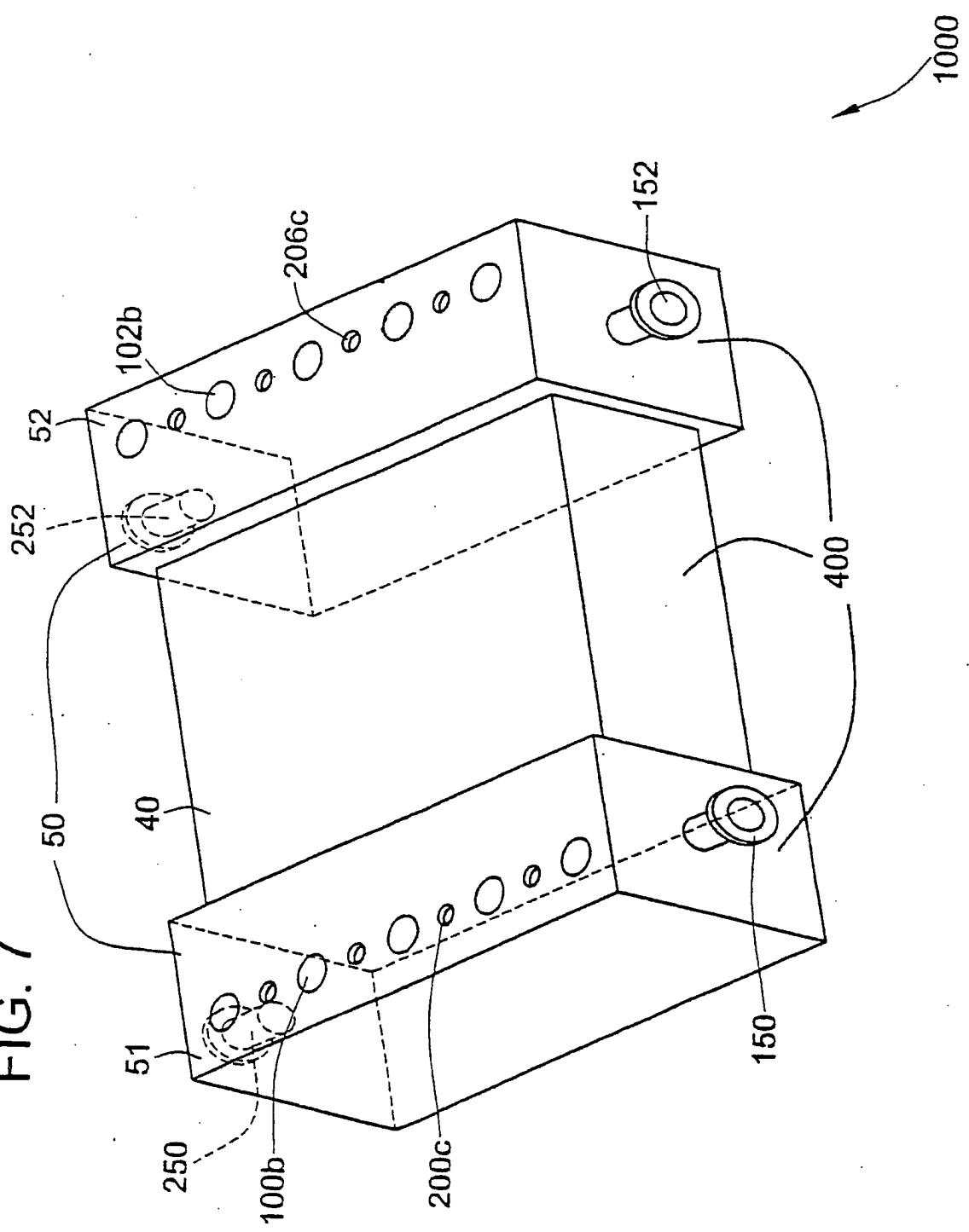
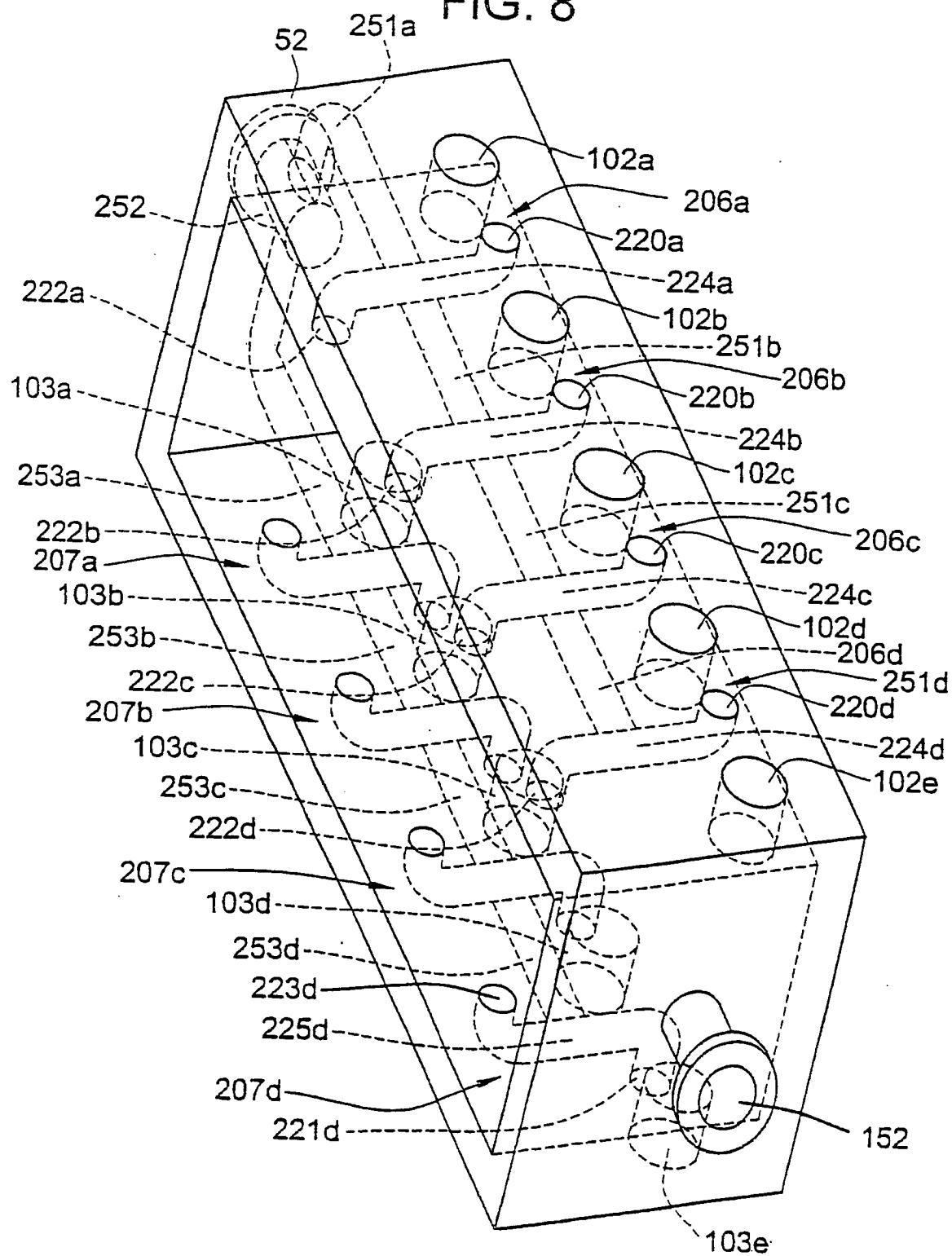


FIG. 8



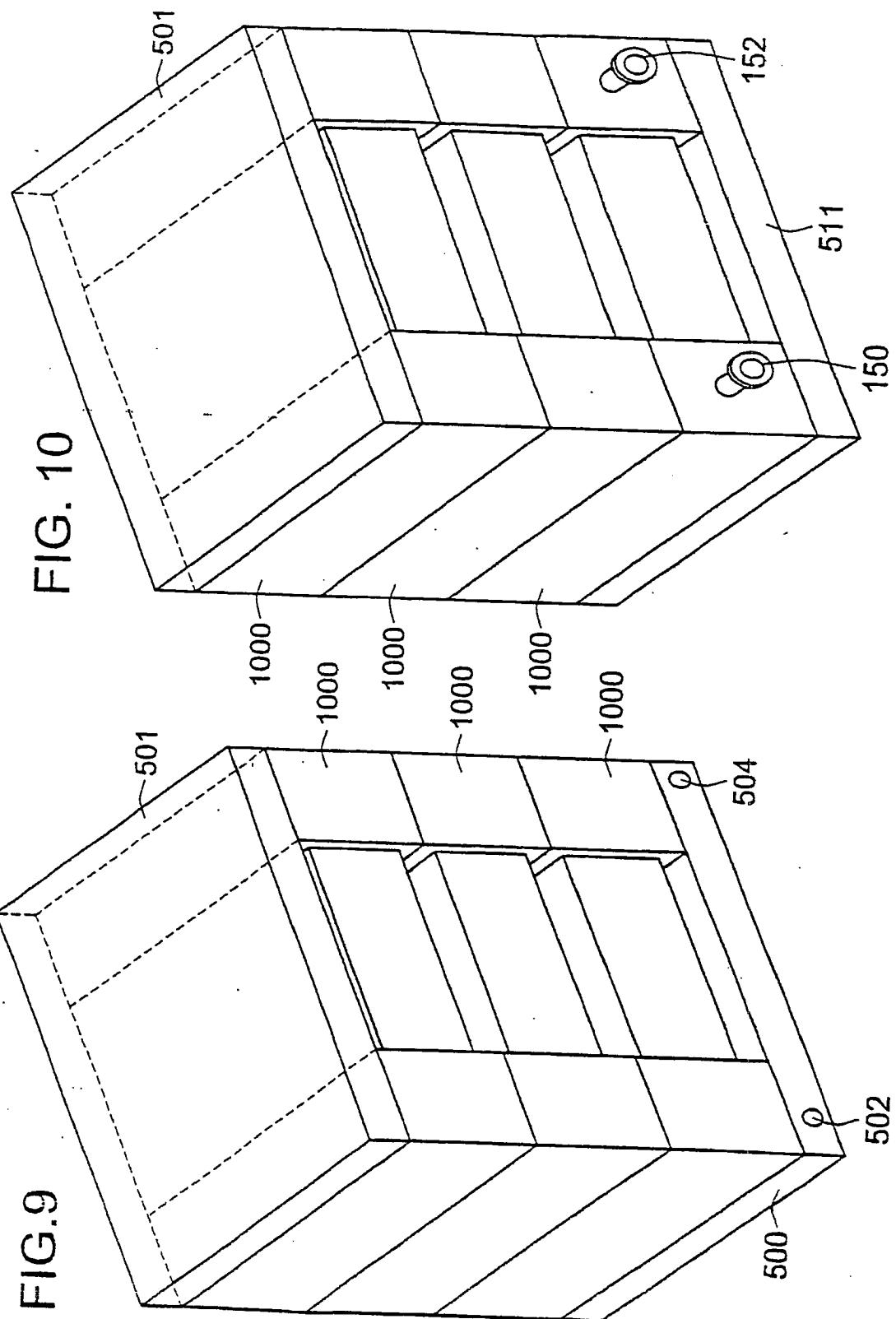


FIG. 11

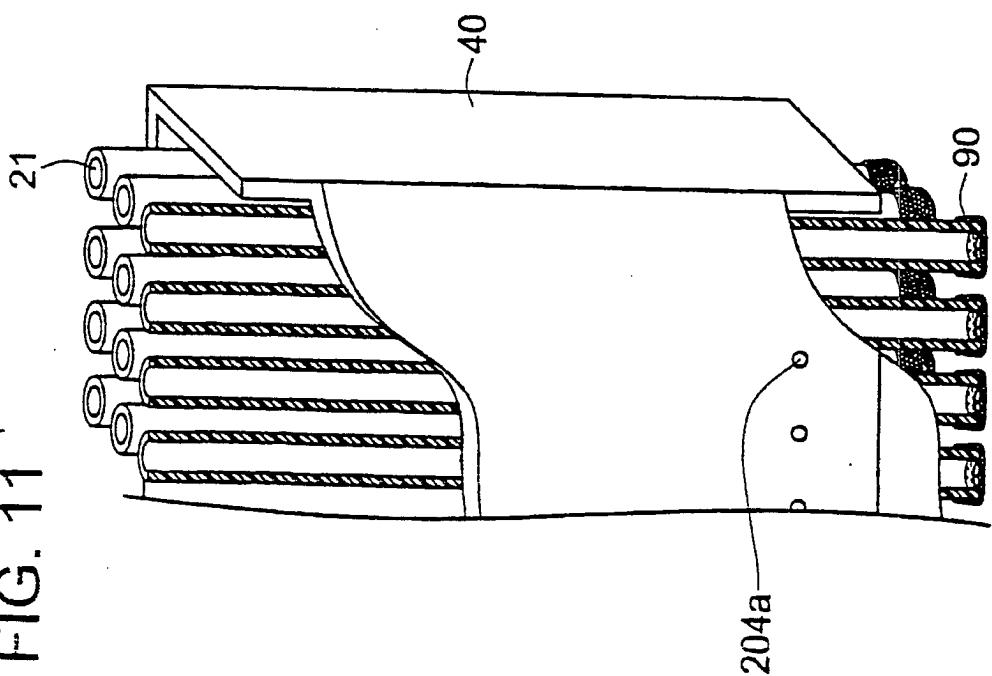
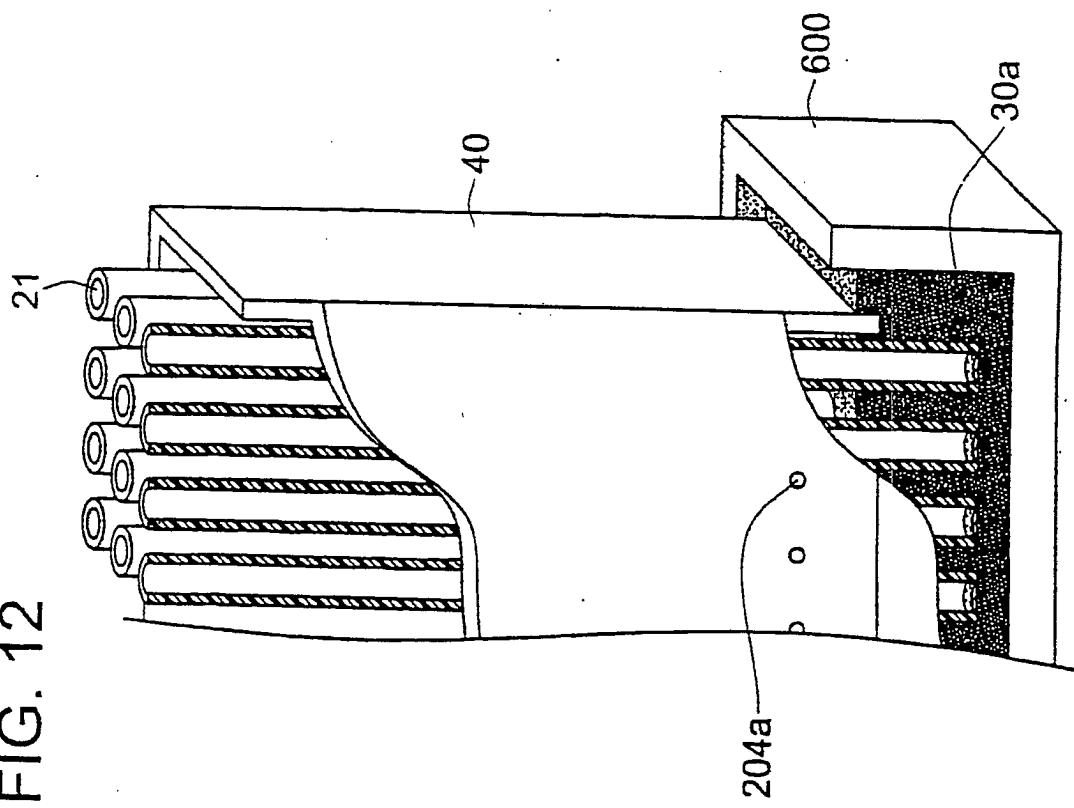


FIG. 12



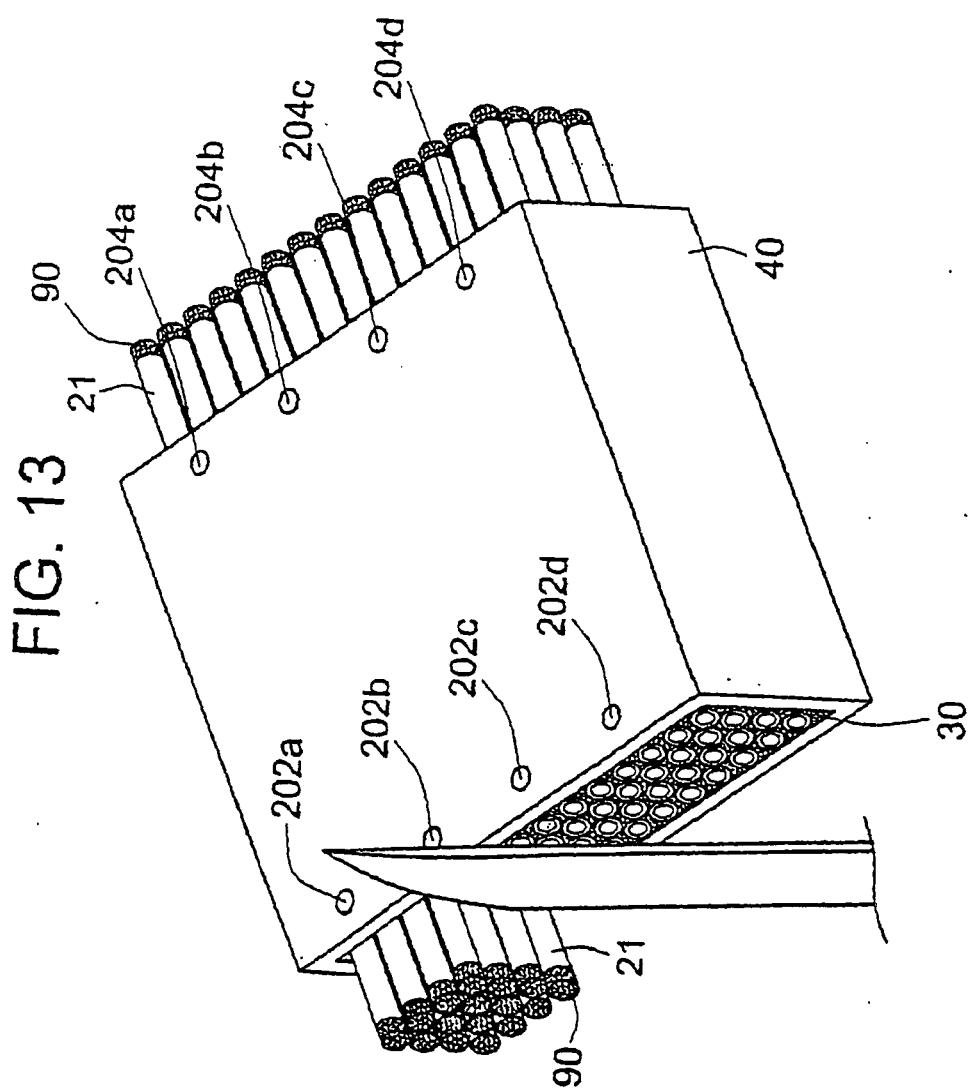


FIG. 14

