

(19)



(11)

EP 2 452 149 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
F28F 21/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10724312.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2010/003490

(22) Anmeldetag: **10.06.2010**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/003496 (13.01.2011 Gazette 2011/02)

(54) **PLATTENWÄRMETAUSCHER**

PLATE HEAT EXCHANGER

ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR

- **VAN DEN BOOGAARD, Jürgen**
37127 Dransfeld (DE)
- **WEISSHAAR, Stefan**
37079 Göttingen (DE)

(30) Priorität: **08.07.2009 DE 102009032370**

(74) Vertreter: **Schneider, Peter Christian**
Fiedler, Ostermann & Schneider
Patentanwälte
Obere Karspüle 41
37073 Göttingen (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2012 Patentblatt 2012/20

(73) Patentinhaber: **Sartorius Stedim Biotech GmbH**
37079 Göttingen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 203 213 EP-A2- 0 805 328
EP-A2- 1 308 685 WO-A1-2008/024066
DE-A1- 19 909 881 FR-A1- 2 184 536
US-A- 5 538 593

(72) Erfinder:
• **REIF, Oscar-Werner**
30173 Hannover (DE)

EP 2 452 149 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von Strömungskanäle aufweisenden Platten, wobei eine erste Platte eine Vorderseite mit mindestens einem Strömungskanal für ein erstes Fluid und eine zweite Platte eine Vorderseite mit mindestens einem Strömungskanal für ein zweites Fluid aufweist, und wobei die Platten Durchgangsöffnungen aufweisen, über die die Strömungskanäle für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden sind, wobei eine Frontplatte, die der Vorderseite der ersten Platte vorgelagert ist, Anschlüsse für das erste Fluid und für das zweite Fluid aufweist, und wobei eine Abschlussplatte den Abschluss der aneinandergereihten Platten bildet.

Stand der Technik

[0002] In der Pharmazie, Biotechnologie und in der Lebensmittelindustrie müssen häufig gasförmige oder auch flüssige Medien erwärmt oder gekühlt werden. Um solche thermischen Vorgänge durchzuführen, werden üblicherweise Wärmetauscher verwendet. Dabei wird Wärme vom wärmeren Medium zum kälteren Medium transportiert. Die Medien sind dabei voneinander getrennt. Dabei besteht der Bedarf nach Wärmetauschern, die im Hinblick auf Material und Herstellung sehr preiswert sind.

[0003] Aus der DE 10 2006 013 503 A1 ist ein Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von Strömungskanäle aufweisenden Platten bekannt. Eine erste Platte weist dabei mindestens einen Strömungskanal für ein erstes Fluid und eine zweite Platte weist dabei mindestens einen Strömungskanal für ein zweites Fluid auf. Die Platten weisen Durchgangsöffnungen auf, über die die Strömungskanäle für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden sind.

[0004] Nachteilig dabei ist, dass die Platten über Dichtungen relativ aufwendig gegeneinander abgedichtet werden oder, soweit sie aus einem Keramikmaterial ausgebildet sind, ist es bekannt, sie in einem aufwendigen Verfahren stoffschlüssig zu einem monolithischen Block zu fügen. Beide nach diesem Verfahren hergestellten Vorrichtungen sind entsprechend aufwendig und teuer in der Herstellung. Weiterhin nachteilig ist, dass bei dem bekannten Plattenwärmetauscher ein separater Abfluss von Kondensat nicht möglich ist.

[0005] Aus der DE 36 41 458 A1 ist ein Plattenwärmetauscher, bestehend aus mehreren unter Zwischenschaltung von Dichtungen unter Verwendung von Druckplatten zu einem Plattenpaket zusammenfügbaren Platten aus Kunststoff, zwischen denen benachbarte Fließspalte gebildet sind, die aufeinander folgend über Plattendurchflussöffnungen abwechselnd von einem wärmeabgebenden und wärmeaufnehmenden Medium durchflossen werden, bekannt, wobei so genannte Wärmeübertragungsplatten verwendet werden, die als ebe-

ne Platten ausgebildet sind, zwischen denen so genannte Turbulenzplatten angeordnet sind, deren Oberflächen zur Erzeugung von Strömungsturbulenzen im Fließspalt bzw. Strömungskanal ein- oder beidseitig Turbulenzprofile aufweisen.

Soweit die Turbulenzplatten lediglich einseitig Turbulenzprofile aufweisen, führt das dazu, dass jeweils ein Fließspalt bzw. Strömungskanal durch ebene Seiten ohne Strömungsprofil nur durch Randdichtungen als Abstandshalter gebildet wird, was zu einer Stabilitätsminderung führen kann. Soweit die Turbulenzplatte beidseitig Turbulenzprofile aufweist, führt dies dazu, dass zwar die erste Platte leichter herstellbar ist, jedoch die Turbulenzplatte entsprechend aufwendiger herzustellen ist.

Weiterhin nachteilig ist auch hier, dass bei dem bekannten Plattenwärmetauscher ein getrennter Abfluss von Kondensat nicht möglich ist.

[0006] Aus EP 0 038 454 A2 ist ein Plattenwärmetauscher bestehend aus einer Vielzahl extrudierter Einzelplatten aus Polycarbonat bekannt.

Nachteilig dabei ist, dass die Platten keinen internen Strömungsverteiler bzw. Strömungsrichter besitzen. Somit müssen weitere aufwendige Bauteile zur Fluidverteilung bereitgestellt werden. Beim Zusammensetzen ergeben sich Schwierigkeiten, eine für Sterilanwendungen notwendige Dichtigkeit zu gewährleisten. Auch bei diesem bekannten Plattenwärmetauscher ist ein getrennter Abfluss von Kondensat nicht vorgesehen.

[0008] Aus der FR 2 184 536 A1 ist ein Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von Strömungskanäle bildenden Platten bekannt. Eine erste Platte 4a, 4c weist dabei einen mäanderförmigen Durchbruch 6 auf, der mit zwei benachbarten ebenen Platten 2a, 2b einen Strömungskanal für ein erstes Fluid bildet. Eine entsprechende zweite Platte 4b, 4d weist einen spiegelbildlich angeordneten mäanderförmigen Durchbruch 6 auf, der mit zwei benachbarten ebenen Platten 2b, 2c bzw. 2d, 2e einen parallel zum ersten Strömungskanal verlaufenden zweiten Strömungskanal für ein zweites Fluid aufweist. Über Durchgangsöffnungen in den Platten sind die Strömungskanäle für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden. Nachteilig bei dem bekannten Wärmetauscher ist zum einen, dass durch die mäanderförmige Ausbildung der Durchbrüche die Anordnung der Strömungskanäle relativ beschränkt ist und zum anderen, dass die die Durchbrüche aufweisenden Platten von beiden Seiten abgedichtet werden müssen. Weiterhin nachteilig ist bei der FR 2 184 536 A1, dass ein getrennter Abfluss von Kondensat nicht möglich ist.

[0009] Aus der DE 199 09 881 A1 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt, der von einem ersten und einem zweiten Fluid durchströmt wird, wobei zwischen einer Frontplatte und einer Abschlussplatte eine Mehrzahl gestapelter Platten angeordnet ist, die bereichsweise voneinander beabstandet und bereichsweise in Kontakt sind, so dass zwischen ihnen in einem Wärmeübertragungsbereich Strömungskanäle gebildet werden, die jeweils für das gleiche Fluid miteinander verbunden sind.

Die Beabstandung der Platten erfolgt dabei durch Ausformungen, die durch bereichsweise angeordnete Noppen und/oder Sicken gebildet sind. Weiterhin nachteilig bei der DE 199 09 881 A1 ist, dass ein getrennter Abfluss von Kondensat nicht möglich ist.

[0010] Anders als bei der DE 199 09 881 A1 weist der Strömungskanal des Anmeldungsgegenstandes in vertikaler Richtung im unteren Bereich einen Sammelraum auf, der zur Aufnahme von Kondensat dient, das über einen Kondensatanschluss getrennt abführbar ist.

[0011] Auch aus der EP 1 308 685 A2 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt, der von zwei getrennten Medien durchströmbar ist, mit aufeinander gestapelten Platten, die bereichsweise beabstandet sind und bereichsweise in Kontakt stehen, so dass zwischen jeweils benachbarten Platten Strömungskanäle gebildet sind. Dabei sind die Platten durch Ausformungen der Platten voneinander beabstandet, wobei über den Umfang der Platten aufeinander folgende Bereiche, die Durchbrüche bzw. Durchgangsöffnungen aufweisen (über die die Strömungskanäle für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden sind), alternierend aus der Ebene der Platten entgegengesetzt ausgeformt sind. Auch bei der EP 1 308 685 A2 ist nachteilig, dass ein getrennter Abfluss von Kondensat nicht möglich ist.

[0012] Auch aus der EP 0 805 328 A2 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt, bei dem erste Platten und zweite Platten übereinander gestapelt werden, wobei mindestens eine Plattenoberfläche eine geradlinig parallel ausgebildete Profilierung aufweist, so dass zwischen benachbarten Plattenelementen Strömungsräume aus einer Mehrzahl geradliniger, paralleler Strömungskanäle gebildet werden, die über Zu- und Abführkanäle alternierend mit einem ersten und einem zweiten Fluid beschickt werden können. Auch aus dieser Druckschrift ist weder ein getrennter Abfluss von Kondensat noch ein Sammelraum zur Aufnahme von Kondensat bekannt.

Auch aus der EP 0 203 213 A1 ist ein Plattenwärmetauscher bekannt, der eine Mehrzahl von parallelen, beabstandet angeordneten Platten aufweist, zwischen denen Strömungskanäle für ein erstes und zweites Fluid gebildet werden. Nachteilig ist auch hier, dass kein getrennter Abfluss von Kondensat aus einem Sammelraum zur Aufnahme des Kondensates angeordnet ist.

[0013] Aus der WO2008/024066 A1 ist ebenfalls ein Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von Platten bekannt, zwischen denen Ausformungen zur Bildung von Strömungskanälen angeordnet sind. Zwar weist dieser Plattentauscher in vertikaler Richtung unten einen zusätzlichen Abfluss zum Entfernen der ersten Flüssigkeit in dem ersten Kanal auf, der allerdings nicht mit einem separaten Sammelraum verbunden ist. Ein Hinweis zum Abführen von Kondensat ist dieser Entgegenhaltung ebenfalls nicht zu entnehmen.

[0014] Auch aus der US 5 538 593 A ist ein Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von Strömungskanälen aufweisenden Platten bekannt. Dabei weist eine erste Platte eine Vorderseite mit mindestens einem Strö-

mungskanal für ein erstes Fluid (heated steam) und eine zweite Platte eine Vorderseite mit mindestens einem Strömungskanal für ein zweites Fluid (raw liquid) auf. Weiter weisen die Platten Durchgangsöffnungen auf, über die die Strömungskanäle für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden sind. Der Vorderseite der ersten Platte ist eine Frontplatte mit Anschlüssen für das erste Fluid und mit Anschlüssen für das zweite Fluid vorgelagert. Der Abschluss der aneinandergereihten Platten wird von einer Abschlussplatte gebildet.

[0015] Nachteilig bei dem bekannten Plattenwärmetauscher ist, dass die Platten über Dichtungen relativ aufwendig gegeneinander abgedichtet werden. Weiterhin nachteilig ist, dass für das zweite Fluid kein Sammelraum vorgesehen ist, über den Kondensat getrennt von dem zweiten Fluid abgeführt werden kann.

Aufgabenstellung

[0016] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Plattenwärmetauscher zur Verfügung zu stellen, der im Hinblick auf Material und Herstellung einfach und kostengünstig ausgebildet ist und der es ermöglicht, beispielsweise aufgrund einer Kühlung von Gas entstehendes Kondensat abzuleiten.

Darstellung der Erfindung

[0017] Die Aufgabe wird in Verbindung mit dem Oberbegriff des Anspruches 1 dadurch gelöst, dass die Platten und Anschlüsse aus Kunststoff ausgebildet sind, dass die Platten dicht miteinander verklebt oder verschweißt sind, und dass der Strömungskanal für das zweite Fluid im in vertikaler Richtung unteren Bereich einen Sammelraum aufweist, der zur Aufnahme von Kondensat dient, das über einen an der Frontplatte angeordneten Kondensatanschluss abführbar ist, dass die mit dem Sammelraum in Verbindung stehenden Durchgangsöffnungen für das zweite Fluid der Platten länglich ausgebildet sind und mit Durchgangsöffnungen der Platten korrespondieren, und dass diese Durchgangsöffnungen in ihrem in vertikaler Richtung unteren Bereich mit dem Kondensatanschluss und in ihrem in vertikaler Richtung oberen Bereich mit dem Anschluss an den Strömungskanal der zweiten Platten in Verbindung stehen.

[0018] Der erfindungsgemäße Plattenwärmetauscher ist einfach aufgebaut und lässt sich durch einfache Herstellung seiner Platten aus Kunststoff, zum Beispiel durch Spritzguss der Platten, kostengünstig herstellen. Durch das Verkleben bzw. durch das Verbinden der Platten in einem Kunststoffschweißverfahren kann auf Dichtungen verzichtet werden. Die Plattenwärmetauscher können so günstig hergestellt werden, dass sie als Einwegwärmetauscher verwendet werden können. Dadurch kann auf eine aufwendige Reinigung oder gar Demontage verzichtet werden. Durch ihren Aufbau sind die erfindungsgemäßen Plattenwärmetauscher für Anwendungen aus dem Pharma-, Biotechnologie- und Lebens-

mittelbereich geeignet. Durch die Anordnung eines Sammelraumes im in vertikaler Richtung unteren Bereich der Strömungskanäle, der mit einem Kondensatanschluss verbunden ist, kann beispielsweise durch Kühlen eines durch den Strömungskanal geleiteten Gases entstehen-

des Kondensat über den Kondensatanschluss an der Frontplatte abgeleitet werden.

[0019] Dadurch, dass die mit dem Sammelraum in Verbindung stehenden Durchgangsöffnungen der Platten länglich ausgebildet sind und in ihrem in vertikaler Richtung unteren Bereich mit dem Kondensatanschluss und in ihrem in vertikaler Richtung oberen Bereich mit dem Anschluss an den Strömungskanal der zweiten Platten in Verbindung stehen, können vorteilhaft über dieselben Durchgangsöffnungen sowohl das zweite Fluid als auch dessen Kondensat über getrennte Anschlüsse abgeführt werden.

[0020] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Platten an ihren den Vorderseiten abgewandten Rückseiten eben ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass die Platten in beliebiger Reihenfolge aneinandergereiht werden können.

[0021] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Platten an ihren den Vorderseiten abgewandten Rückseiten den Strömungskanälen der benachbarten Vorderseiten entsprechende spiegelsymmetrische Strömungskanäle auf.

[0022] Dadurch ist es insbesondere möglich, die ersten Platten und die zweiten Platten baugleich auszubilden, wobei die zweiten Platten gegenüber den ersten Platten entsprechend um 180° gewendet montiert werden. Hierdurch wird für die erste und zweite Platte nur eine Form benötigt, was die Herstellung erheblich vereinfacht.

[0023] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Strömungskanäle der Platten jeweils Strömungsrichter auf. Die Strömungsrichter sind dabei als in den Strömungskanälen angeordnete Barrieren bzw. Trennwände ausgebildet. Die Trennwände von Strömungskanälen für das erste Fluid und von Strömungskanälen für das zweite Fluid sind vorzugsweise senkrecht zueinander angeordnet. Dies trägt zu einem besseren Wärmeaustausch bei.

[0024] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Platten und Anschlüsse aus einem sterilisierbaren Kunststoff ausgebildet. Dadurch ist es möglich, die Plattenwärmetauscher steril verpackt zu liefern.

[0025] Soweit die Platten und Anschlüsse aus Polycarbonat (PC), Polyethylenterephthalat (PET), Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS), Polyphenylenether (PPE) oder Polyphenylsulfid (PPS) hergestellt sind, sind die Plattenwärmetauscher sterilisierbar, indem sie mit Gamma- oder Betastrahlen bestrahlt werden. Auch ist es möglich, die Plattenwärmetauscher durch Autoklavieren mit Heißdampf zu sterilisieren.

[0026] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Plattenwärmetauscher mit ei-

nem Bioreaktor verbunden, der vorzugsweise ebenfalls sterilisierbar ist.

[0027] So ist zur Abgaskühlung eines aus dem Bioreaktor abzuführenden Gases der Anschluss für den Eingang des ersten Fluids mit einer Abgasleitung des Bioreaktors und der Anschluss für den Ausgang des ersten Fluids mit einem Eingang eines Sterilfilters verbindbar, während die Anschlüsse für das zweite Fluid mit einem Kühlkreislauf verbunden werden können.

[0028] Beim Begasen des Bioreaktors aufgenommene Flüssigkeitsdämpfe werden kondensiert und das Kondensat dem Bioreaktor wieder zugeführt, das getrocknete Abgas kann nun problemlos über einen Sterilfilter abgeführt werden, ohne diesen durch kondensierte Flüssigkeit zu verblocken.

[0029] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist zur Vorwärmung eines dem Bioreaktor zuzuführenden Mediums der Anschluss für den Eingang des ersten Fluids mit einer Medienzuleitung zur Zuführung des Mediums und der Anschluss für den Ausgang des ersten Fluids mit einem Zuflussanschluss des Bioreaktors verbunden, wobei die Anschlüsse für das zweite Fluid mit einem Temperierkreislauf verbunden sind. Dadurch können insbesondere lange Aufheizzeiten des befüllten Bioreaktors vermieden werden.

[0030] In der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung und den beigefügten Zeichnungen sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beispielhaft veranschaulicht.

Kurzbeschreibungen der Zeichnungen

[0031] In den Zeichnungen zeigen:

- Figur 1: eine räumliche Darstellung eines Plattenwärmetauschers als Explosionszeichnung, welcher nicht unter den Schutzbereich der Ansprüche fällt,
- Figur 2: eine Vorderansicht einer Platte eines Plattenwärmetauschers in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform mit einem Strömungskanal für ein erstes Fluid,
- Figur 3: eine Rückansicht der Platte von Figur 2,
- Figur 4: eine Vorderansicht einer Frontplatte eines Plattenwärmetauschers mit Anschlüssen für ein erstes Fluid, für ein zweites Fluid sowie einem Kondensatanschluss,
- Figur 5: eine Rückansicht der Frontplatte von Figur 4 mit einem Strömungskanal für ein erstes Fluid, der spiegelsymmetrisch zu dem Strömungskanal von Fig. 2 ausgebildet ist,
- Figur 6: eine Vorderansicht einer Abschlussplatte eines Plattenwärmetauschers mit einem Strömungskanal für ein erstes Fluid,
- Figur 7: eine schematische Darstellung eines Prozessschemas eines Bioreaktors in Verbindung mit einem Wärmeplattentauscher, der als Abgaskühler ausgebildet ist, und

Figur 8: ein Prozessschema eines Bioreaktors in Verbindung mit einem Plattenwärmetauscher als Medienbeheizung zur Vorwärmung beim Befüllen des Bioreaktors.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0032] Ein Plattenwärmetauscher 1 besteht im Wesentlichen aus einer Mehrzahl von ersten Platten 40 und zweiten Platten 50 mit Strömungskanälen 4, 5, einer Frontplatte 6 und einer Abschlussplatte 7.

[0033] Die erste Platte 40 weist eine Vorderseite 2 und eine Rückseite 41 auf. In vertikaler Richtung weist die erste Platte 40 in ihren Ecken unten links und oben links Durchgangsöffnungen 8, 9 für ein erstes Fluid auf. Auf der Vorderseite 2 der Platte 40 ist eine flächige Vertiefung angeordnet, die den Strömungskanal 4 bildet und sich bis in die Durchgangsöffnungen 8, 9 erstreckt. Der Strömungskanal 4 weist in horizontaler Richtung von den Seitenwänden her Strömungsbarrieren 10, 11 eines Strömungsrichters 12 auf, die sich in horizontaler Richtung überlappen und so einen mäanderförmigen Strömungskanal 4 bilden. Die Rückseite 41 ist eben, das heißt ohne Strömungskanal, ausgebildet.

[0034] Außerhalb des Strömungskanals 4 weist die erste Platte 40 in vertikaler Richtung oben rechts und unten rechts jeweils Durchgangsöffnungen 13, 14 auf.

[0035] Die zweite Platte 50 weist an ihrer Vorderseite 3 eine flächige Vertiefung auf, die den Strömungskanal 5 bildet und sich bis in die rechten Durchgangsöffnungen 17, 18 erstreckt. Der Strömungskanal 5 weist in vertikaler Richtung verlaufende Strömungsbarrieren 15 auf, die einen Strömungsrichter 16 bilden. In den linken Ecken weist die Platte 50 außerhalb des Strömungskanals 5 Durchgangsöffnungen 19, 20 auf, die mit den Durchgangsöffnungen 8, 9 der Platte 40 korrespondieren. Entsprechend korrespondieren die Durchgangsöffnungen 17, 18 der Platte 50 mit den Durchgangsöffnungen 13, 14 der Platte 40. Die Platte 50 weist eine ihrer Vorderseite 3 abgewandte Rückseite 51 auf, die eben ausgebildet ist und somit keinen Strömungskanal aufweist.

[0036] Der Plattenwärmetauscher 1 weist an seiner Vorderseite die Frontplatte 6 mit ihren Anschlüssen 21, 22 für das erste Fluid und Anschlüssen 23, 24 für das zweite Fluid auf. Dabei steht der Anschluss 21 mit den Durchgangsöffnungen 8, 19 in Verbindung und dient zur Zuführung des ersten Fluids, das über den Anschluss 22, der mit den Durchgangsöffnungen 9, 20 in Verbindung steht, wieder abgeführt wird.

[0037] Die Frontplatte kann optional auf ihrer in Figur 1 nicht gezeigten Rückseite einen Strömungskanal 4' aufweisen.

[0038] Der Anschluss 23 steht mit den Durchgangsöffnungen 14 und 18 in Verbindung und dient zur Zuführung des zweiten Fluids, während der Anschluss 24 mit den Durchgangsöffnungen 13 und 17 in Verbindung steht und zur Ableitung des zweiten Fluids genutzt wird.

[0039] Der Plattenwärmetauscher 1 wird an seinem

der Frontplatte 6 abgewandten Ende durch die Abschlussplatte 7 abgeschlossen. Die Abschlussplatte 7 kann bei dieser Ausführungsform einen Strömungskanal 4 aufweisen und hat in dieser Ausführungsform keine Durchgangsöffnungen.

[0040] In einer nicht dargestellten Ausführungsform der Abschlussplatte 7 ist diese baugleich zu der Frontplatte 6 und ist in dem Plattenwärmetauscher 1 spiegelsymmetrisch zur Frontplatte 6 angeordnet.

[0041] Die Vorderseite der Abschlussplatte kann wie in der Figur 1 gezeigt einen Strömungskanal 4 aufweisen, kann jedoch auch eben und somit ohne Strömungskanal 4 ausgebildet sein und kann weiterhin nicht dargestellte Durchgangsöffnungen aufweisen, die mit den Durchgangsöffnungen der Platten 40 und 50 korrespondieren.

[0042] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Frontplatte 6 und die Abschlussplatte 7 jeweils mit Durchgangsöffnungen versehen, um den Querschnitt der Fluidversorgung zu vergrößern, ohne die Dimensionierung der Anschlüsse 21, 22, 23 und 24 verändern zu müssen. Auf diese Weise kann besonders vorteilhaft der Druckverlust beim Ein- und Ausströmen der Fluide in den und aus dem Wärmetauscher 1 minimiert werden.

[0043] Die Platten 40 und 50 sind an ihren Rückseiten, wie oben erläutert, jeweils eben ausgebildet, während die Rückseite der Frontplatte 6 und/oder die Vorderseite der Abschlussplatte 7 plan ausgebildet sein kann oder alternativ einen Strömungskanal 4, 4' aufweisen kann. Die Platten 40, 50, 6 und 7 sind jeweils mit der ihnen benachbarten Platte verklebt.

[0044] Das Ausführungsbeispiel der Figur 2 zeigt eine Platte 40' bzw. 50' mit einem Strömungskanal 4' auf ihrer Vorderseite 2' für ein erstes Fluid, das beispielsweise als Kühlmedium ausgebildet ist.

[0045] In vertikaler Richtung weist die erste Platte 40' bzw. 50' in ihren Ecken unten links und oben links Durchgangsöffnungen 8', 9' für das erste Fluid auf. Auf der Vorderseite 2' der Platte 40' ist der Strömungskanal 4' angeordnet, der mit den Durchgangsöffnungen 8', 9' in Verbindung steht. Außerhalb des Strömungskanals 4' weist die Seite 2' in vertikaler Richtung oben und unten rechts jeweils die Durchgangsöffnungen 13', 14' auf.

[0046] Die Rückseite 41' der ersten Platte 40' (siehe Figur 3) weist einen Strömungskanal 5' für ein zweites Fluid auf.

[0047] Die Platte 40' und die Platte 50' sind exakt baugleich. Analog zu der in Figur 1 gezeigten Plattenabfolge können die Platten 40' und 50' zu einem Plattenwärmetauscher zusammengesetzt werden, wobei die Platten 50' gegenüber den baugleichen Platten 40' entsprechend um 180° gewendet montiert werden. Im Unterschied zu der Ausführungsform nach Figur 1, bei welcher die Rückseiten der Platten 40 und 50 jeweils eben sind, resultiert aus dieser Montage ein Plattenwärmetauscher 1, bei welchem die Vorder- und die Rückseite der zusammengesetzten Platten 40' und 50' jeweils einen Strömungskanal 4' bzw. 5' aufweisen.

[0048] Im in vertikaler Richtung unteren Bereich weist der Strömungskanal 5' einen Sammelraum 25 auf, der zur Aufnahme von Kondensat dient, das über einen Kondensatanschluss 26, der an der Frontplatte 6' (siehe Figur 4) angeordnet ist, abgeführt wird. Die Durchgangsöffnungen 13' und 14' für das zweite Fluid der Platte 50' sind länglich ausgebildet und korrespondieren mit Durchgangsöffnungen 13', 14' der Platte 40' (siehe Figur 2).

[0049] Die Rückseite 51' der Platte 50' (siehe Figur 3) weist einen dem Strömungskanal 4' einer weiteren baugleichen Platte 40' oder dem Strömungskanal 4' einer Abschlussplatte 7' entsprechenden Strömungskanal für ein erstes Fluid auf.

[0050] Die Plattenwärmetauscher 1, 1' nach den Ausführungsbeispielen der Figuren 1 bis 6 sind aus Polycarbonat (PC) ausgebildet. Sie sind ohne weiteres Gammastrahlbar und sind für jegliche Sterilanwendung im Temperaturbereich bis 110°C, kurzzeitig sogar bis 125°C geeignet. Damit können die Wärmeplattentauscher 1, 1' auch mit Heißdampf sterilisiert werden.

[0051] Gemäß dem Ausführungsbeispiel der Figur 7 ist der Plattenwärmetauscher 1' mit einem Bioreaktor 27' verbunden und wird als Abgaskühler genutzt. Das Abgas wird aus dem Kopfraum 28 des Bioreaktors 27' über eine Abgasleitung 29, die mit dem Anschluss 23' des Plattenwärmetauschers 1' verbunden ist, oben in den Plattenwärmetauscher 1' eingeleitet. Im Plattenwärmetauscher 1' wird der Gasstrom über den Strömungskanal 5' über die einzelnen Vorderseiten 3' der Platten 50' aufgeteilt. An den Vorderseiten der Platten 3' der Platten 50' wird der Gasstrom beim Strömen nach unten an der Plattenwand abgekühlt und über den Anschluss 24' abgeführt und weiter über einen Sterilfilter 30 an die Umgebung abgegeben. Durch die Abgaskühlung im Plattenwärmetauscher 1' wird die Luftfeuchte des Abgases abgesenkt, wobei im Bioreaktor aufgenommenes flüssiges Medium kondensiert, über den Kondensatanschluss 26 abgeleitet und dem Bioreaktor 27' über eine Schlauchpumpe wieder zugeführt wird.

[0052] Im Gegenstrom dazu wird Kühlmedium vom Primärkühler 33 von unten über den Anschluss 21' in den Plattenwärmetauscher 1' eingeleitet. Aus den Durchgangsöffnungen 8' wird das Kühlmedium in die einzelnen Strömungskanäle 4' eingeleitet und nimmt die Wärme von den Platten 40' und 50' auf. Das Kühlmedium erwärmt sich dabei. Das Kühlmedium wird in der Durchgangsöffnung 9' gesammelt und über den Anschluss 22' zurück in den Primärkühler 33 gefördert. Das Kühlmedium wird im Kreislauf geführt.

[0053] Nach dem Ausführungsbeispiel der Figur 8 ist der Plattenwärmetauscher 1 mit dem Bioreaktor 27 über eine Zuleitung 31 verbunden. Dabei wird der Plattenwärmetauscher 1 genutzt, um dem Bioreaktor 27 zuzuführendes Medium vorzuwärmen.

[0054] Das zu beheizende Medium wird aus einem nicht dargestellten Vorratsbehälter in den Plattenwärmetauscher 1 von oben über den Anschluss 23 eingeleitet. Im Plattenwärmetauscher 1 wird der Stoffstrom über den

sich aus den Durchgangsöffnungen 14 und 18 ergebenden Strömungsverteiler in die einzelnen Kanäle 5 verteilt. In den Strömungsrichtern 12 wird der Medienstrom beim Strömen nach unten an der Plattenwand aufgewärmt. Die Medienströme werden zusammengeführt und zum Ausgang bzw. Anschluss 24 geleitet. Vom Anschluss 24 wird das vorgewärmte Medium in den Bioreaktor 27 gefördert.

[0055] Im Gegenstrom dazu wird Heizmedium von einem Thermostaten 32 von unten über den Anschluss 21 in den Plattenwärmetauscher 1 eingeleitet. Im sich aus den Durchgangsöffnungen 8 und 9 ergebenden Strömungsverteiler wird das Heizmedium in die einzelnen Kanäle 4 eingeleitet und gibt die Wärme an die Platten 40 und 50 ab. Das Heizmedium wird vom Ausgang bzw. vom Anschluss 22 zurück in den Thermostaten 32 gefördert. Das Heizmedium wird im Kreislauf geführt.

20 Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher (1, 1') mit einer Mehrzahl von Strömungskanälen (4, 4', 5, 5') aufweisenden Platten (40, 40', 50, 50') wobei eine erste Platte (40, 40') eine Vorderseite (2, 2') mit mindestens einem Strömungskanal (4, 4') für ein erstes Fluid und eine zweite Platte (50, 50') eine Vorderseite (3, 3') mit mindestens einem Strömungskanal (5, 5') für ein zweites Fluid aufweist, und wobei die Platten (40, 40', 50, 50') Durchgangsöffnungen (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) aufweisen, über die die Strömungskanäle (4, 4', 5, 5') für das gleiche Fluid jeweils miteinander verbunden sind, wobei eine Frontplatte (6, 6'), die der Vorderseite (2, 2') der ersten Platte (40, 40') vorgelagert ist, Anschlüsse (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') für das erste Fluid und für das zweite Fluid aufweist, und wobei eine Abschlussplatte (7, 7') den Abschluss der aneinandergereihten Platten (40, 40', 50, 50', 6, 6') bildet, wobei der Strömungskanal (5') für das zweite Fluid im in vertikaler Richtung unteren Bereich einen Sammler (25) aufweist, der zur Aufnahme von Kondensat dient, das über einen Kondensatanschluss (26) abführbar ist, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Platten (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') und Anschlüsse (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') aus Kunststoff ausgebildet sind, **dass** die Platten (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') dicht miteinander verklebt oder verschweißt sind, dass die mit dem Sammelraum (25) in Verbindung stehenden Durchgangsöffnungen (13', 14') für das zweite Fluid der Platten (50') länglich ausgebildet sind und mit Durchgangsöffnungen (13', 14') der Platten (40') korrespondieren, und **dass** diese Durchgangsöffnungen (13', 14') in ihrem in vertikaler Richtung unteren Bereich mit dem Kon-

densatanschluss (26) und in ihrem in vertikaler Richtung oberen Bereich mit dem Anschluss (24') an den Strömungskanal (5') der zweiten Platten (50') in Verbindung stehen.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Abschlussplatte (7, 7') Durchgangsöffnungen hat, die mit den Durchgangsöffnungen (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) der Platten (40, 40', 50, 50') korrespondieren. 5
3. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rückseite der Frontplatte (6, 6') einen Strömungskanal (4, 4') aufweist. 10
4. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorderseite der Abschlussplatte (7, 7') einen Strömungskanal (4, 4') aufweist. 15
5. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 2 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rückseite (61, 61') der Frontplatte (6, 6') eben ist. 20
6. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3 oder Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorderseite der Abschlussplatte (7, 7') eben ist. 25
7. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platten (40, 50) an ihren den Vorderseiten (2, 3) abgewandten Rückseiten (41, 51) eben ausgebildet sind. 30
8. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platten (40', 50', 6', 7') an ihren den Vorderseiten (2', 3') abgewandten Rückseiten (41', 51', 61') den Strömungskanälen (4', 5') der benachbarten Vorderseiten (2', 3') entsprechende spiegelsymmetrische Strömungskanäle (4', 5') aufweisen. 35
9. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ersten Platten (40') und die zweiten Platten (50') baugleich ausgebildet sind und
dass die zweiten Platten (50') gegenüber den ersten Platten (40') entsprechend um 180° gewendet montiert sind. 40

tiert sind.

10. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Strömungskanäle (4, 4', 5, 5') einen Strömungsrichter (12, 16) aufweisen. 45
11. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platten (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') und Anschlüsse (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) aus einem sterilisierbaren Kunststoff ausgebildet sind. 50
12. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Platten (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') und Anschlüsse (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) mit Gamma- und/oder Betastrahlen bestrahlbar und/oder mit Heißdampf autoklavierbar sind. 55
13. Anordnung bestehend aus einem Bioreaktor (27, 27') und einem Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Plattenwärmetauscher (1, 1') mit dem Bioreaktor (27, 27') verbunden ist.
14. Anordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass zur Abgaskühlung eines aus dem Bioreaktor (27') abzuführenden Gases der Anschluss (23') für den Eingang des zweiten Fluids mit einer Abgasleitung (29) des Bioreaktors (27') und der Anschluss (24') für den Ausgang des zweiten Fluids mit einem Eingang eines Sterilfilters (30) verbunden ist, und
dass die Anschlüsse (21', 22') für das erste Fluid mit einem Kühlkreislauf verbunden sind.
15. Anordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass zur Vorwärmung eines dem Bioreaktor (27) zuzuführenden Mediums der Anschluss (23) für den Eingang des zweiten Fluids mit einer Medienzuleitung (31) zur Zuführung des Mediums und der Anschluss (24) für den Ausgang des zweiten Fluids mit einem Zuflussanschluss des Bioreaktors (27) verbunden ist, und
dass die Anschlüsse (21, 22) für das erste Fluid mit einem Temperierkreislauf verbunden sind.

Claims

1. A plate heat exchanger (1, 1') comprising a plurality of plates (40, 40', 50, 50') having flow channels (4, 4', 5, 5'), wherein a first plate (40, 40') has a front

side (2, 2') with at least one flow channel (4, 4') for a first fluid and a second plate (50, 50') has a front side (3, 3') with at least one flow channel (5, 5') for a second fluid, and wherein the plates (40, 40', 50, 50') have through openings (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) by which the flow channels (4, 4', 5, 5') for the same fluid are connected to each other, wherein a front plate (6, 6'), which is placed in front of the front side (2, 2') of the first plate (40, 40'), has ports (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') for the first fluid and for the second fluid, and wherein an end plate (7, 7') forms the end of the serially arranged plates (40, 40', 50, 50', 6, 6'), wherein the flow channel (5') for the second fluid has a collector (25) in the lower region in the vertical direction that is used for receiving condensate, which can be discharged through a condensate port (26),

characterized in that

the plates (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') and ports (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') are formed from plastic, that the plates (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') are bonded or welded to one another with fluid tight seals, that the through openings (13', 14') for the second fluid of the plates (50') that are connected to the collecting space (25) have an elongated design and correspond to through openings (13', 14') of the plates (40'), and

that these through openings (13', 14') are connected to the condensate port (26) in their lower region in the vertical direction and to the port (24') on the flow channel (5') of the second plates (50') in their upper region in the vertical direction.

2. The plate heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** the end plate (7, 7') has through openings corresponding to the through openings (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) of the plates (40, 40', 50, 50').
3. The plate heat exchanger according to either of claims 1 or 2, **characterized in that** the rear side of the front plate (6, 6') has a flow channel (4, 4').
4. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 3, **characterized in that** the front side of the end plate (7, 7') has a flow channel (4, 4').
5. The plate heat exchanger according to any of claims 1, 2 or 4, **characterized in that** the rear side (61, 61') of the front plate (6, 6') is flat.
6. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 3 or 5,

characterized in that

the front side of the end plate (7, 7') is flat.

7. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the plates (40, 50) have a flat design on their rear sides (41, 51), which face away from the front sides (2, 3).
8. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** the plates (40', 50', 6', 7') have on their rear sides (41', 51', 61') that face away from the front sides (2', 3') mirror-symmetrical flow channels (4', 5') corresponding to the flow channels (4', 5') of the adjacent front sides (2', 3').
9. The plate heat exchanger according to claim 8, **characterized in that** the first plates (40') and the second plates (50') are configured structurally identical, and that the second plates (50') are mounted, correspondingly turned by 180°, opposite to the first plates (40').
10. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 9, **characterized in that** the flow channels (4, 4', 5, 5') have a flow guide (12, 16).
11. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 10, **characterized in that** the plates (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') and ports (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) are formed from a sterilizable plastic.
12. The plate heat exchanger according to any of claims 1 to 11, **characterized in that** the plates (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') and ports (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) can be irradiated with gamma and/or beta rays and/or can be autoclaved with superheated steam.
13. An assembly consisting of a bioreactor (27, 27') and a plate heat exchanger according to any of claims 1 to 12, **characterized in that** the plate heat exchanger (1, 1') is connected to the bioreactor (27, 27').
14. The arrangement according to claim 13, **characterized in that** for the exhaust gas cooling of a gas to be discharged from the bioreactor (27'), the port (23') for the entry

of the second fluid is connected to an exhaust gas line (29) of the bioreactor (27') and the port (24') for the exit of the second fluid is connected to an inlet of a sterile filter (30), and
that the ports (21', 22') for the first fluid are connected to a cooling circuit.

15. The arrangement according to claim 13, characterized in that

for the preheating of a medium which is to be fed to the bioreactor (27), the port (23) for the entry of the second fluid is connected to a medium supply line (31) for supplying the medium and the port (24) for the exit of the second fluid is connected to an inflow port of the bioreactor (27), and
that the ports (21, 22) for the first fluid are connected to a temperature control circuit.

Revendications

1. Échangeur de chaleur (1, 1') à plaques comportant une pluralité de plaques (40, 40', 50, 50') présentant des canaux d'écoulement (4, 4', 5, 5'), une première plaque (40, 40') comprenant un côté avant (2, 2') présentant au moins un canal d'écoulement (4, 4') pour un premier fluide et une deuxième plaque (50, 50') comprenant un côté avant (3, 3') présentant au moins un canal d'écoulement (5, 5') pour un deuxième fluide,
et les plaques (40, 40', 50, 50') présentant des ouvertures traversantes (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) reliant mutuellement les canaux d'écoulement (4, 4', 5, 5') pour le même fluide,
une plaque frontale (6, 6'), montée en amont du côté avant (2, 2') de la première plaque (40, 40'), présentant des raccords (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') pour le premier et le deuxième fluide,
et une plaque de terminaison (7, 7') formant la terminaison des plaques montées en série (40, 40', 50, 50', 6, 6'),
le canal d'écoulement (5') pour le deuxième fluide présentant, dans la région inférieure en direction verticale, un collecteur (25) qui sert à recevoir du condensat qui peut être évacué par l'intermédiaire d'un raccord de condensat (26),
caractérisé en ce que
les plaques (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') et les raccords (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24') sont réalisés en plastique,
en ce que les plaques (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') sont collées ou soudées étroitement les unes aux autres,
en ce que les ouvertures traversantes (13', 14') des plaques (50') pour le deuxième fluide, ouvertures qui sont reliées à l'espace collecteur (25), sont réalisées oblongues et sont en correspondance avec des ouvertures traversantes (13', 14') des plaques (40'),

et **en ce que** ces ouvertures traversantes (13', 14') sont reliées au raccord de condensat (26) dans leur région inférieure en direction verticale, et au branchement (24') sur le canal d'écoulement (5') des deuxièmes plaques (50') dans leur région supérieure en direction verticale.

2. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque de terminaison (7, 7') possède des ouvertures traversantes qui sont en correspondance avec les ouvertures traversantes (8, 8', 9, 9', 13, 13', 14, 14', 19, 20) des plaques (40, 40', 50, 50').
3. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le côté arrière de la plaque frontale (6, 6') présente un canal d'écoulement (4, 4').
4. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le côté avant de la plaque de terminaison (7, 7') présente un canal d'écoulement (4, 4').
5. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 2 ou 4, **caractérisé en ce que** le côté arrière (61, 61') de la plaque frontale (6, 6') est plan.
6. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 3 ou 5, **caractérisé en ce que** le côté avant de la plaque de terminaison (7, 7') est plan.
7. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les plaques (40, 50) sont réalisées planes sur leurs côtés arrière (41, 51) opposés aux côtés avant (2, 3).
8. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les plaques (40', 50', 6', 7') présentent, sur leurs côtés arrière (41', 51', 61') opposés aux côtés avant (2', 3'), des canaux d'écoulement symétriques (4', 5') correspondant aux canaux d'écoulement (4', 5') des côtés avant voisins (2', 3').
9. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les premières plaques (40') et les deuxièmes plaques (50') sont réalisées structurellement identiques,
et **en ce que** les deuxièmes plaques (50') sont montées tournées d'une manière correspondant à 180° par rapport aux premières plaques (40').
10. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** les canaux d'écoulement (4, 4', 5, 5') présentent un guide

d'écoulement (12, 16).

11. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les plaques (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') et les raccords (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) sont réalisés en un plastique stérilisable. 5

12. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** les plaques (40, 40', 50, 50', 6, 6', 7, 7') et les raccords (21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 24', 26) peuvent être irradiés par des rayons gamma et/ou bêta, et/ou autoclavées à la vapeur surchauffée. 10
15

13. Ensemble constitué d'un bioréacteur (27, 27') et d'un échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur (1, 1') à plaques est relié au bioréacteur (27, 27'). 20

14. Ensemble selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, afin de refroidir un gaz à évacuer du bioréacteur (27'), le raccord (23') pour l'entrée du deuxième fluide est relié à une conduite d'effluents gazeux (29) du bioréacteur (27') et le raccord (24') pour la sortie du deuxième fluide est relié à une entrée d'un filtre stérile (30), et **en ce que** les raccords (21', 22') pour le premier fluide sont reliés à un circuit de refroidissement. 25
30

15. Ensemble selon la revendication 13, **caractérisé en ce que**, afin de préchauffer un agent à apporter au bioréacteur (27), le raccord (23) pour l'entrée du deuxième fluide est relié à une conduite d'apport d'agent (31) destinée à apporter l'agent et le raccord (24) pour la sortie du deuxième fluide est relié à un raccord de flux entrant du bioréacteur (27), et **en ce que** les raccords (21, 22) pour le premier fluide sont reliés à un circuit de thermorégulation. 35
40

45

50

55

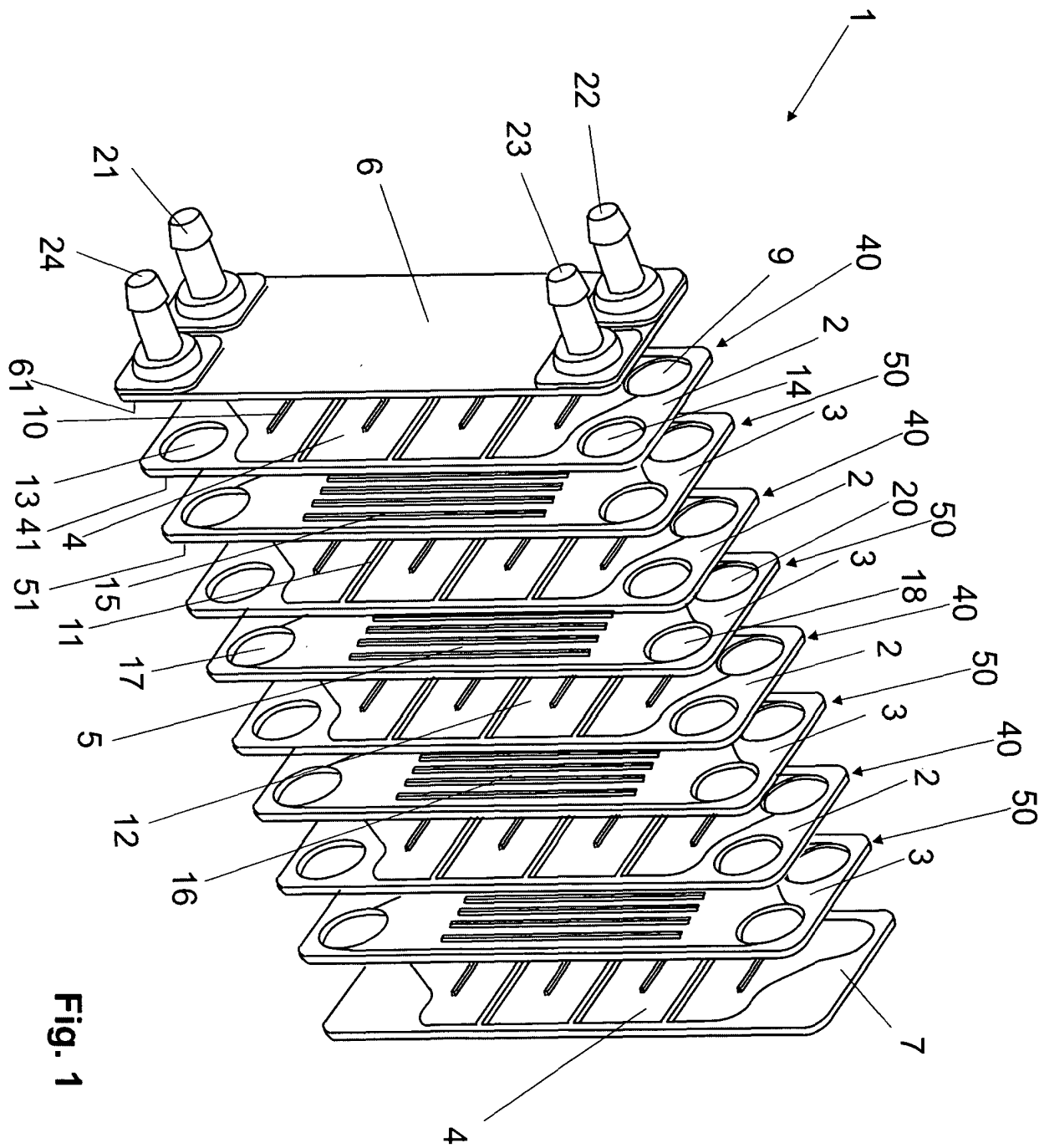


Fig. 1

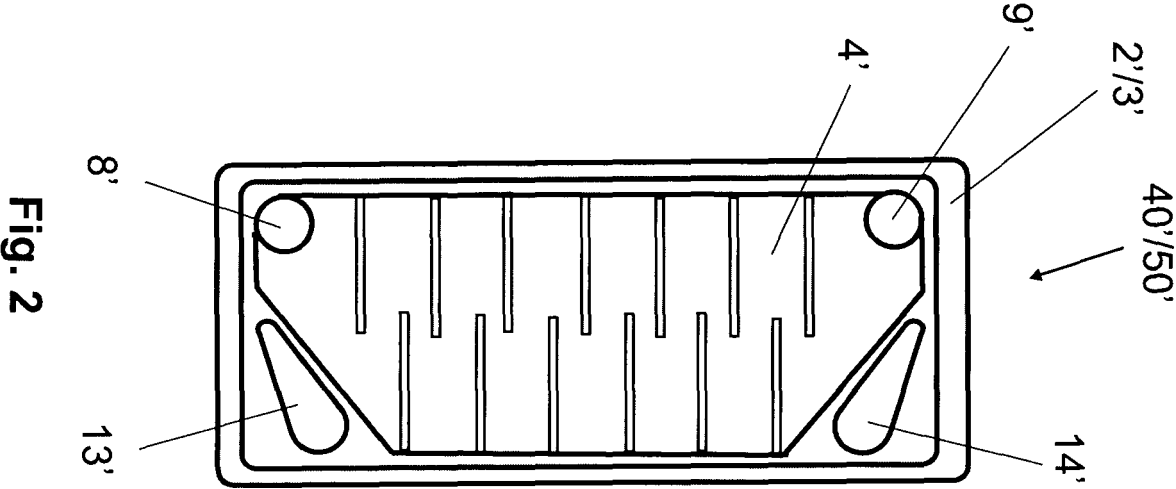


Fig. 2

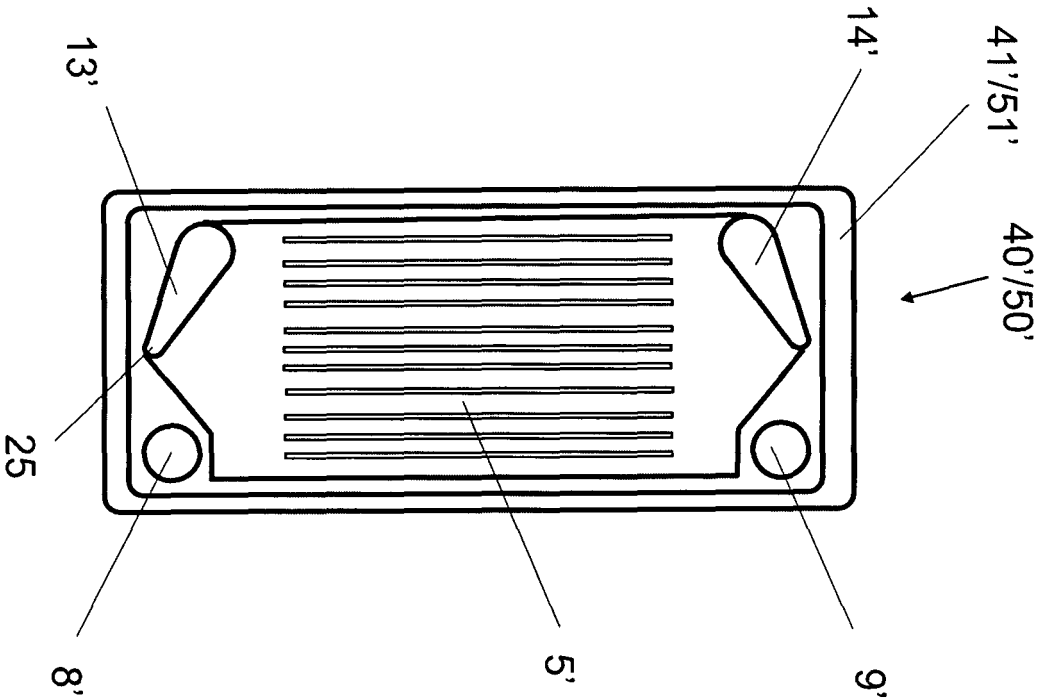


Fig. 3

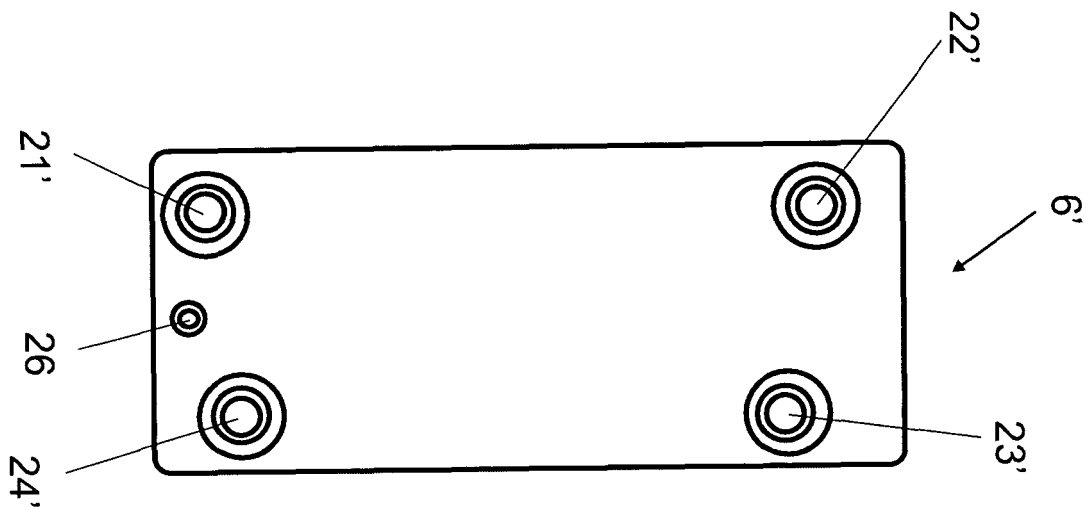


Fig. 4

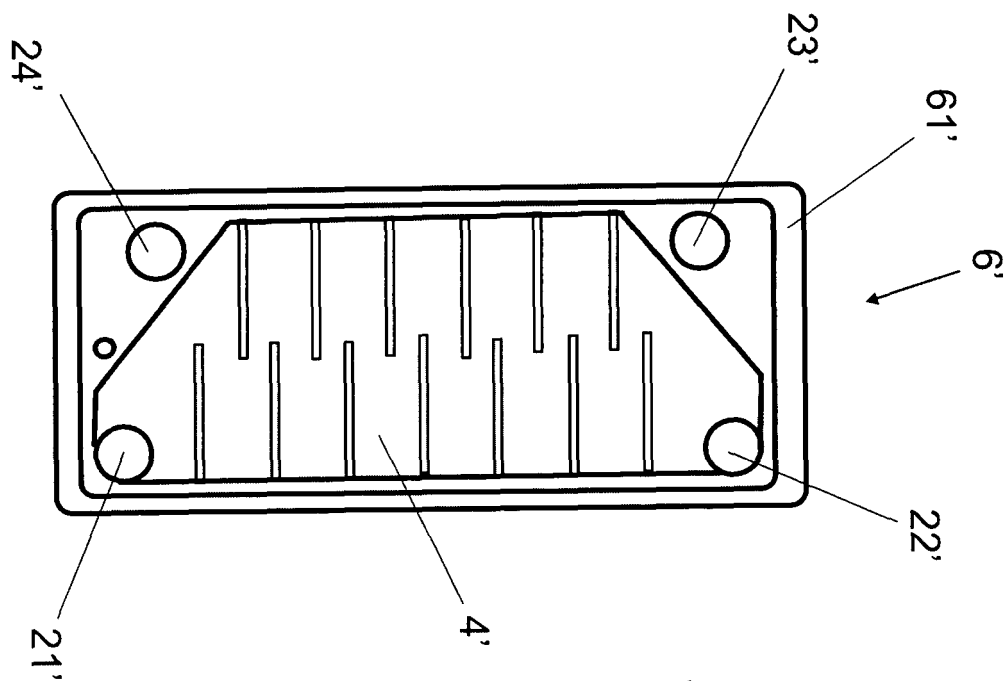


Fig. 5

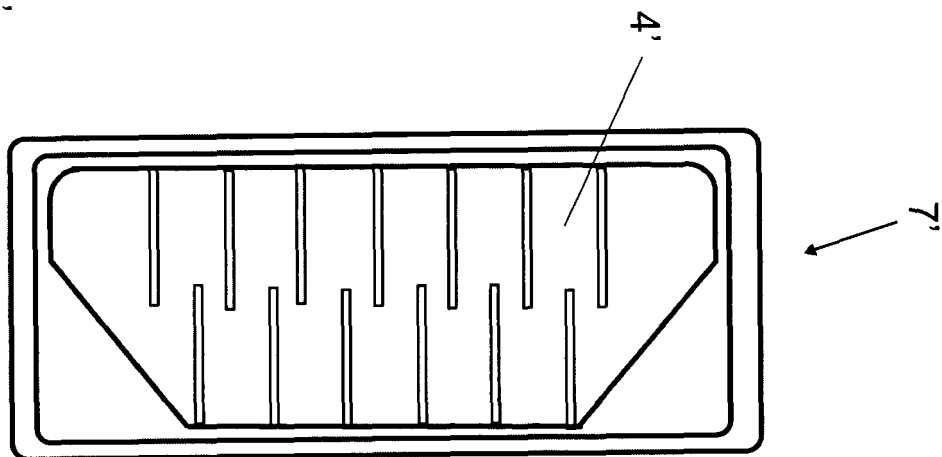


Fig. 6

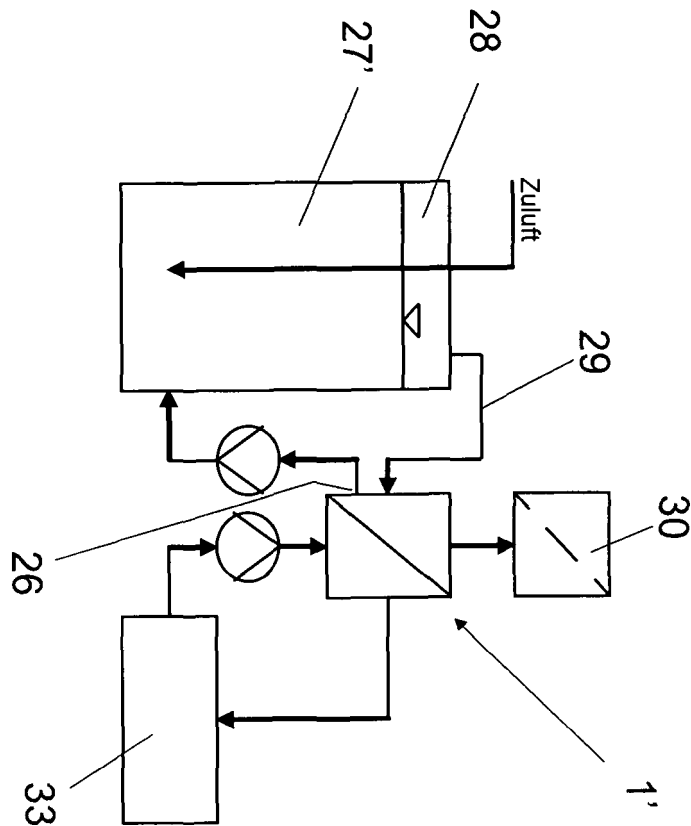


Fig. 7

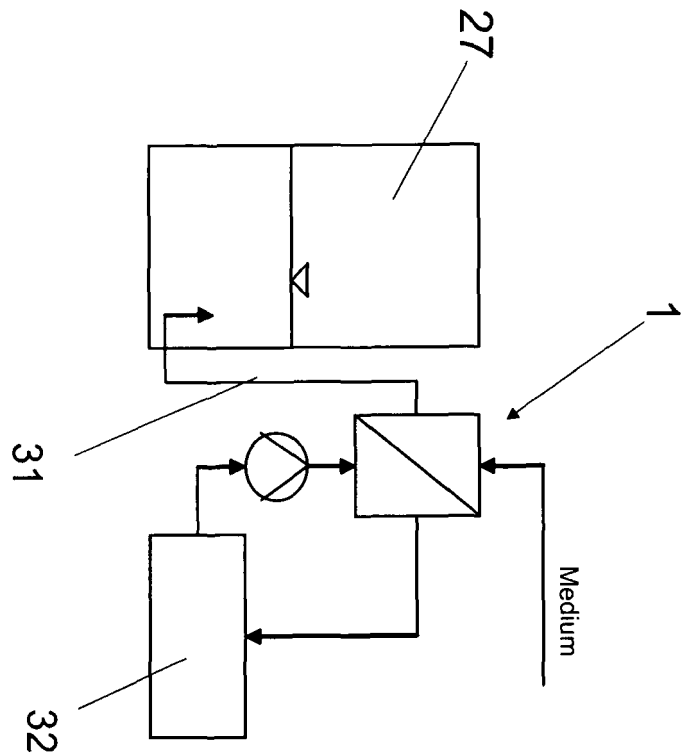


Fig. 8

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102006013503 A1 **[0003]**
- DE 3641458 A1 **[0005]**
- EP 0038454 A2 **[0006]**
- FR 2184536 A1 **[0008]**
- DE 19909881 A1 **[0009] [0010]**
- EP 1308685 A2 **[0011]**
- EP 0805328 A2 **[0012]**
- EP 0203213 A1 **[0012]**
- WO 2008024066 A1 **[0013]**
- US 5538593 A **[0014]**