(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 4 300 025 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.12.2024 Patentblatt 2024/51

(21) Anmeldenummer: **23020316.8**

(22) Anmeldetag: **29.06.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F28D 9/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F28D 9/0062; F28F 2265/16; F28F 2270/02

(54) PLATTENWÄRMETAUSCHER UND VERFAHREN

PLATE HEAT EXCHANGER AND METHOD

ÉCHANGEUR DE CHALEUR À PLAQUES ET PROCÉDÉ

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **30.06.2022 EP 22020309**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.01.2024 Patentblatt 2024/01

(73) Patentinhaber: **Linde GmbH**
82049 Pullach (DE)

(72) Erfinder:
- **Lehmacher, Axel**
  82049 Pullach (DE)
- **Wanke, Rudolf**
  82049 Pullach (DE)
- **Turcey, Cecile**
  82049 Pullach (DE)

(74) Vertreter: **Meilinger, Claudia Sabine**
Linde GmbH
Intellectual Property EMEA
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2019/089353
JP-B2- 7 046 767
US-A- 3 590 914
US-A1- 2010 263 823

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).

EP 4 300 025 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher und ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Plattenwärmetauschers.

[0002] Ein Plattenwärmetauscher ist aus abwechselnd angeordneten Heizflächenelementen, insbesondere sogenannten Fins oder Heat Transfer Fins, und Trennplatten aufgebaut. Die Heizflächenelemente sind aus gewellten oder gerippten Aluminiumblechen gefertigt, wohingegen die Trennplatten aus glatten Aluminiumblechen gefertigt sein können. Mit Hilfe der Heizflächenelemente und der Trennplatten bildet der Plattenwärmetauscher eine Vielzahl an parallelen Wärmeübertragungspassagen aus, in denen Prozessmedien strömen können und indirekt Wärme auf in benachbarten Wärmeübertragungspassagen geführte Prozessmedien übertragen können.

[0003] Undichtigkeiten an dem Plattenwärmetauscher erfordern in der Regel ein Herunterfahren desselben. Ungeplante Ausfallzeiten, eine Reparatur oder ein Ersatz führt im Vergleich zu einem geplanten Herunterfahren zu höheren Kosten. Daher ist eine frühzeitige Leckerkennung, die eine rechtzeitige Planung des Herunterfahrens ermöglicht, wünschenswert.

[0004] Die EP 2 244 046 A2 beschreibt einen Plattenwärmetauscher, der aus wie zuvor erwähnten Wärmeübertragungselementen und Trennplatten aufgebaut ist, die abwechselnd angeordnet sind. Die Trennplatten und die Wärmeübertragungselemente bilden Lagen des Plattenwärmetauschers. Jeweils zwei randseitige Lagen, die aus zwei Wärmeübertragungselementen und dazwischen angeordneten Trennplatten aufgebaut sind, sind mit einer Analyseeinheit verbunden, welche eine Detektion eines Lecks ermöglicht. Hierbei ist jeweils zwischen den beiden endseitigen Lagen eine Trennplatte vorgesehen, welche als Sensorplatte zum Detektieren des Lecks dient. US 2010263823 offenbart auch einen Plattenwärmetauscher mit einer Analyseeinheit, die die Detektion eines Lecks ermöglicht.

[0005] Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen verbesserten Plattenwärmetauscher zur Verfügung zu stellen.

[0006] Demgemäß wird ein Plattenwärmetauscher vorgeschlagen. Der Plattenwärmetauscher umfasst einen aktiven Bereich, der im Betrieb des Plattenwärmetauschers zum Wärmeaustausch zwischen unterschiedlichen Prozessmedien mit den Prozessmedien durchströmbar ist, eine inaktive Leerlage, die in Fluidverbindung mit einer Umgebung des Plattenwärmetauschers steht, eine inaktive Leckdetektionslage, die zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage angeordnet ist, wobei die Leckdetektionslage mit Hilfe einer Trennplatte von dem aktiven Bereich abgetrennt ist, und eine Analyseeinheit zur chemischen Analyse von aufgrund eines Lecks an oder in der Trennplatte aus dem aktiven Bereich in die Leckdetektionslage eindringendem Prozessmedium, um das Leck zu detektieren.

[0007] Dadurch, dass die Analyseeinheit dazu eingerichtet ist, ein Leck in oder an der zwischen der Leckdetektionslage und dem aktiven Bereich vorgesehenen Trennplatte zu detektieren, kann darauf verzichtet werden, die Leerlage ebenfalls mit einer derartigen Analyseeinheit auszustatten. Hierdurch kann ein vereinfachter Aufbau erzielt werden.

[0008] Der Plattenwärmetauscher ist insbesondere ein sogenannter Plate Fin Heat Exchanger (PFHE) oder kann als solcher bezeichnet werden. Der Plattenwärmetauscher ist aus einer Vielzahl abwechselnd angeordneter Heizflächenelemente und Trennplatten aufgebaut. Dabei ist jeweils eine Trennplatte zwischen zwei Heizflächenelementen und ein Heizflächenelement zwischen zwei Trennplatten angeordnet. Die Heizflächenelemente und die Trennplatten sind somit aufeinandergestapelt und bilden einen Wärmetauscherblock des Plattenwärmetauschers. Die Heizflächenelemente sind sogenannte Fins, insbesondere sogenannte Heat Transfer Fins, oder können als Fins bezeichnet werden. Die Heizflächenelemente können als gewellte oder gerippte Bleche, beispielsweise als Aluminiumbleche, ausgebildet sein. Die Trennplatten sind Trennbleche oder können als Trennbleche bezeichnet werden. Die Trennplatten können ebenfalls aus Aluminium gefertigt sein. Die Anzahl der Heizflächenelemente und die Anzahl der Trennplatten ist jeweils beliebig.

[0009] Der Plattenwärmetauscher beziehungsweise der zuvor erwähnte Wärmetauscherblock weist bevorzugt eine quaderförmige Geometrie mit einer Breitenrichtung oder x-Richtung, einer Hochrichtung oder y-Richtung und einer Tiefenrichtung oder z-Richtung auf. In der Hochrichtung weist der Wärmetauscherblock bevorzugt eine größere Dimension als in der Breitenrichtung und der Tiefenrichtung auf, so dass sich eine langgestreckte quaderförmige Geometrie des Wärmetauscherblocks ergibt. Die Heizflächenelemente und die Trennplatten können in der Tiefenrichtung nebeneinander angeordnet oder in der Hochrichtung übereinandergestapelt sein. Der Plattenwärmetauscher unterscheidet sich von dem Wärmetauscherblock dadurch, dass die Analyseeinheit Teil des Plattenwärmetauschers, jedoch bevorzugt nicht Teil des Wärmetauscherblocks ist.

[0010] Die Heizflächenelemente sind bevorzugt mit Hilfe von Randleisten, insbesondere Aluminiumrandleisten, eingefasst, die ebenfalls Teil des Wärmetauscherblocks sind. Die Randleisten sind mit den Trennplatten und/oder den Heizflächenelementen verlötet. Die Randleisten können einen um das jeweilige Heizflächenelement umlaufenden Rahmen bilden. Der Wärmetauscherblock kann Deckplatten aufweisen, die den Wärmetauscherblock in der Hochrichtung nach oben und unten hin abschließen. Die Deckplatten können außenliegende Trennplatten sein. Die Deckplatten können mit äußersten Heizflächenelementen verlötet sein. Alternativ können zwischen den Deckplatten und den äußersten Heizflächenelementen auch Trennplatten vorgesehen sein. Die Deckplatten unterscheiden sich von den Trennplat-

ten vorzugsweise nur durch ihre Wandstärke oder Dicke. Im Gegensatz zu den Trennplatten weisen die Deckplatten bevorzugt keine Lotplattierung auf.

[0011] Der Plattenwärmetauscher kann Teil einer verfahrenstechnischen Anlage sein. Die verfahrenstechnische Anlage kann beispielsweise eine Anlage zur Luftzerlegung, zur Herstellung von Flüssiggas (Engl.: Liquified Natural Gas, LNG), eine in der petrochemischen Industrie eingesetzte Anlage oder dergleichen sein. Die verfahrenstechnische Anlage kann eine Vielzahl derartiger Plattenwärmetauscher umfassen. Demgemäß wird auch eine verfahrenstechnische Anlage mit einem derartigen Plattenwärmetauscher vorgeschlagen.

[0012] "Aktiv" heißt im Zusammenhang mit dem aktiven Bereich insbesondere, dass dieser im Betrieb des Plattenwärmetauschers von den Prozessmedien durchströmt wird, wobei ein Wärmeaustausch zwischen unterschiedlichen Prozessmedien erfolgt. Der Wärmeaustausch erfolgt dabei durch die Trennplatten hindurch. Der aktive Bereich umfasst eine Vielzahl abwechselnd angeordneter Trennplatten und Heizflächenelemente. Vorzugsweise unterscheidet sich der aktive Bereich konstruktiv nicht von der Leerlage und der Leckdetektionslage. Im Unterschied zu der Leerlage und der Leckdetektionslage wird der aktive Bereich beziehungsweise werden die Wärmeübertragungspassagen des aktiven Bereichs mit den Prozessmedien durchströmt. Im Gegensatz hierzu werden die Leckdetektionslage und die Leerlage im Betrieb des Plattenwärmetauschers nicht mit den Prozessmedien durchströmt. Die Leerlage kann auch als Dummy Layer bezeichnet werden.

[0013] "Inaktiv" heißt demgemäß im Zusammenhang mit der Leerlage und der Leckdetektionslage, dass diese nicht von den Prozessmedien durchströmbar sind oder durchströmt werden. Dies schließt jedoch nicht aus, dass im Falle eines Lecks ein Teil des Prozessmediums auch in die Leckdetektionslage einströmen oder durch diese hindurchströmen kann. Für den Fall, dass kein Leck vorhanden ist, ist die Leckdetektionslage jedoch frei von Prozessmedien.

[0014] Die Leerlage steht in Fluidverbindung mit der Umgebung oder einer Atmosphäre. Hierzu können geeignete Öffnungen oder Durchbrüche vorgesehen sein, welche die Leerlage mit der Umgebung verbinden. Dass die Leerlage "in Fluidverbindung" mit der Umgebung ist, bedeutet vorliegend insbesondere, dass ein Fluid, beispielsweise Luft, aus der Leerlage in die Umgebung und zurück strömen kann. Die Leerlage ist somit druckfrei oder drucklos. Unter "druckfrei" oder "drucklos" ist vorliegend insbesondere zu verstehen, dass in der Leerlage Umgebungsdruck herrscht. Insbesondere ist genau eine Leckdetektionslage zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage vorgesehen. Die Trennplatte kann Teil der Leckdetektionslage sein. Die Trennlage kann jedoch auch Teil des aktiven Bereichs sein. Ferner kann die Trennplatte auch sowohl der Leckdetektionslage als auch dem aktiven Bereich zugeordnet sein.

[0015] Die Analyseeinheit ist dazu eingerichtet, Komponenten, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffe, der Prozessmedien zu detektieren. Hierdurch ist es möglich, auch bei sehr kleinen Lecks, die nur ein tropfenweises Eindringen des jeweiligen Prozessmediums in die Detektionslage ermöglichen, eine zuverlässige Detektion des Lecks zu ermöglichen. Es ist somit möglich, Leckagen zu erkennen, bevor diese kritisch für den Betrieb des Plattenwärmetauschers werden. In der Regel entwickeln sich Risse oder Lecks in einem derartigen Wärmetauscherblock sehr langsam und vergrößern sich dabei zunehmend. Daher ist zu erwarten, dass ein Leckvolumenstrom des in die Leckdetektionslage einströmenden Prozessmediums über eine gewisse Zeit zu einem Auffangbereich geleitet werden kann, während der Plattenwärmetauscher weiter betrieben werden kann.

[0016] Währenddessen kann ein gezieltes Herunterfahren, ein Ersatz und/oder eine Reparatur des Plattenwärmetauschers beziehungsweise des Wärmetauscherblocks vorbereitet werden. Die Analyseeinheit kann beispielsweise ein Massenspektrometer sein oder ein Massenspektrometer umfassen. Das Leck wird dabei dann dadurch detektiert, dass die Analyseeinheit chemische Bestandteile der Prozessmedien erkennen kann. Ist diese Analyse positiv, das heißt beispielsweise, dass Kohlenwasserstoffe detektiert werden, kann beispielsweise ein Alarm ausgegeben werden. Der Alarm kann optisch oder akustisch sein.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform ist genau eine Leckdetektionslage zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage angeordnet.

[0018] Die zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage angeordnete Leckdetektionslage kann als erste Leckdetektionslage bezeichnet werden. Der Plattenwärmetauscher kann neben der ersten Detektionslage eine zweite Leckdetektionslage oder beliebige weitere Leckdetektionslagen aufweisen.

[0019] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Leckdetektionslage die Trennplatte, eine weitere Trennplatte, welche die Leckdetektionslage gegenüber der Leerlage abgrenzt, und ein Heizflächenelement, das zwischen den beiden Trennplatten angeordnet ist, auf.

[0020] Die beiden Trennplatten können der Leckdetektionslage zugeordnet sein. In diesem Fall bilden die beiden Trennplatten und das Heizflächenelement die Leckdetektionslage. Dass die weitere Trennplatte die Leckdetektionslage gegenüber der Leerlage "abgrenzt", bedeutet vorliegend insbesondere, dass die zwischen der Leckdetektionslage und der Leerlage angeordnete Trennplatte fluiddicht ist, so dass die Leckdetektionslage von der Leerlage fluiddicht abgeteilt ist.

[0021] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Leckdetektionslage im Betrieb des Plattenwärmetauschers drucklos.

[0022] Wie zuvor erwähnt, ist unter "drucklos" insbesondere zu verstehen, dass in der Leckdetektionslage Umgebungsdruck herrscht. Alternativ kann in der Leckdetektionslage auch gegenüber dem Umgebungsdruck ein leicht erhöhter oder ein leicht reduzierter Druck vor-

liegen. Für die chemische Analyse mit Hilfe der Analyseeinheit ist jedoch ein druckloser Betrieb der Leckdetektionslage ausreichend.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher ferner einen Wärmetauscherblock, der den aktiven Bereich, die Leerlage und die Leckdetektionslage aufweist, wobei die Analyseeinheit in Fluidverbindung mit der Leckdetektionslage steht.

[0024] Die Leckdetektionslage ist somit in den Wärmetauscherblock beziehungsweise in den Plattenwärmetauscher integriert. Dass die Analyseeinheit mit der Leckdetektionslage "in Fluidverbindung" steht, bedeutet vorliegend insbesondere, dass das in die Leckdetektionslage eindringende Prozessmedium von der Leckdetektionslage zu der Analyseeinheit strömen kann.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Analyseeinheit außerhalb des Wärmetauscherblocks angeordnet.

[0026] Die Analyseeinheit kann räumlich von dem Wärmetauscherblock getrennt sein. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Die Analyseeinheit kann auch direkt an dem Wärmetauscherblock montiert sein. Die Analyseeinheit ist jedoch bevorzugt nicht Teil des Wärmetauscherblocks, sondern Teil des Plattenwärmetauschers. Es können mehrere Analyseeinheiten vorgesehen sein.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform steht die Analyseeinheit mit Hilfe einer von der Leckdetektionslage wegführenden Leitung und einer Sammelleitung, in welche die Leitung einmündet, in Fluidverbindung mit der Leckdetektionslage.

[0028] Für den Fall, dass mehrere Leckdetektionslagen vorgesehen sind, ist jeder Leckdetektionslage eine Leitung zugeordnet. Die Leitungen aller Leckdetektionslagen münden in die gemeinsame Sammelleitung ein, welche in Fluidverbindung mit der Analyseeinheit ist. Das heißt, dass die Analyseeinheit mehreren Leckdetektionslagen zugeordnet sein kann. Es kann auch jeder Leckdetektionslage ihre eigene Analyseeinheit zugeordnet sein.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher ferner eine Überdruckschutzeinheit, die mit der Leckdetektionslage in Fluidverbindung steht.

[0030] Die Überdruckschutzeinheit kann beispielsweise ein Überdruckventil oder eine Berstmembran sein oder umfassen. Die Überdruckschutzeinheit ist insbesondere an der zuvor erwähnten Sammelleitung angeschlossen. Mit Hilfe der Überdruckschutzeinheit kann verhindert werden, dass die Leckdetektionslage über einen Auslegungsdruck hinaus belastet wird. Ein Bersten der Leckdetektionslage wird hierdurch zuverlässig verhindert. Die Leckdetektionslage und die Analyseeinheit bilden eine Leckdetektionseinrichtung des Plattenwärmetauschers. Die Leckdetektionseinrichtung kann die Überdruckschutzeinheit umfassen.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Analyseeinheit und die Überdruckschutzeinheit parallelgeschaltet.

[0032] Hierzu kann sich die Sammelleitung stromaufwärts der Analyseeinheit und der Überdruckschutzeinheit verzweigen und sowohl zu der Analyseeinheit als auch zu der Überdruckschutzeinheit führen. "Parallelgeschaltet" bedeutet vorliegend, dass das jeweilige in die Leckdetektionslage eingedrungene Prozessmedium gleichzeitig sowohl der Analyseeinheit als auch der Überdruckschutzeinheit zugeführt wird und nicht nacheinander durch die Analyseeinheit und die Überdruckschutzeinheit geführt wird.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher ferner eine Deckplatte, die zu der Umgebung hinweist, wobei die Leerlage zwischen der Deckplatte und der Leckdetektionslage angeordnet ist.

[0034] Zwischen der Leerlage und der Deckplatte kann eine Trennplatte vorgesehen sein. Die Trennplatte kann Teil der Leerlage sein. Diese Trennplatte ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Alternativ kann das Heizflächenelement der Leerlage direkt mit der Deckplatte verbunden sein. Wie zuvor erwähnt, unterscheiden sich die Deckplatten von den Trennplatten vorzugsweise nur durch ihre Wandstärke oder Dicke. Die Deckplatten weisen im Gegensatz zu den Trennplatten bevorzugt keine Lotplattierung auf. Vorzugsweise umfasst der Plattenwärmetauscher zwei Deckplatten, die, wie zuvor erwähnt, entlang der Hochrichtung betrachtet unten und oben an dem Wärmetauscherblock vorgesehen sein können.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher ferner ein erstes Wärmetauscherblockmodul mit einer ersten Deckplatte und einer zweiten Deckplatte und ein zweites Wärmetauscherblockmodul mit einer ersten Deckplatte und einer zweiten Deckplatte, wobei das erste Wärmetauscherblockmodul an seiner ersten Deckplatte mit der zweiten Deckplatte des zweiten Wärmetauscherblockmoduls verbunden ist.

[0036] Grundsätzlich kann der Plattenwärmetauscher eine beliebige Anzahl derartiger Wärmetauscherblockmodule umfassen. Entlang der Hochrichtung betrachtet können die Wärmetauscherblockmodule aufeinander platziert sein. Jedes Wärmetauscherblockmodul weist außenseitig zwei derartige Deckplatten auf. Beispielsweise ist das erste Wärmetauscherblockmodul an seiner ersten Deckplatte mit der zweiten Deckplatte des zweiten Wärmetauscherblockmoduls verschweißt oder durch eine andere Art und Weise verbunden.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher ferner eine weitere inaktive Leckdetektionslage, die zwischen dem aktiven Bereich und der ersten Deckplatte des ersten Wärmetauscherblockmoduls und/oder zwischen dem aktiven Bereich und der zweiten Deckplatte des zweiten Wärmetauscherblockmoduls angeordnet ist.

[0038] Die weitere Leckdetektionslage ist vorzugsweise baugleich mit der zuvor erwähnten ersten Leckdetek-

tionslage. Die weitere Leckdetektionslage kann auch als zweite Leckdetektionslage bezeichnet werden. Demgemäß können jedem Wärmetauscherblockmodul eine erste Leckdetektionslage, die zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage angeordnet ist, und eine zweite Leckdetektionslage, die zwischen dem aktiven Bereich und der jeweiligen Deckplatte angeordnet ist, zugeordnet sein. Dabei kann sowohl das erste Wärmetauscherblockmodul als auch das zweite Wärmetauscherblockmodul jeweils eine erste Leckdetektionslage und eine zweite Leckdetektionslage aufweisen. Die zweite Leckdetektionslage unterscheidet sich von der ersten Leckdetektionslage dadurch, dass die zweite Leckdetektionslage direkt an die Deckplatte angrenzt und im Gegensatz zu der ersten Leckdetektionslage zwischen der Deckplatte und der zweiten Leckdetektionslage keine Leerlage angeordnet ist. Grundsätzlich kann die Leckdetektionslage oder können die Leckdetektionslagen an beliebigen Positionen innerhalb des Wärmetauscherblocks beziehungsweise des Wärmetauschers angeordnet sein. Insbesondere kann auch eine Leckdetektionslage oder es können mehrere Leckdetektionslagen innerhalb des aktiven Bereichs platziert sein.

[0039] Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst der Plattenwärmetauscher einen stromabwärts der Analyseeinheit angeordneten Auffangbereich zum Auffangen des aus dem aktiven Bereich in die Leckdetektionslage eindringenden Prozessmediums.

[0040] Das Prozessmedium strömt vorzugsweise durch die Analyseeinheit hindurch in den Auffangbereich. Der Auffangbereich kann beispielsweise ein Speicherbehälter oder dergleichen sein. Mit Hilfe des Auffangbereichs kann das in die Leckdetektionslage eingedrungene Prozessmedium so lange gespeichert werden, bis ein geplantes Herunterfahren des Plattenwärmetauschers, beispielsweise zu Reparaturzwecken, durchgeführt werden kann. Alternativ kann der Auffangbereich auch geeignet sein, das in die Leckdetektionslage eingedrungene Prozessmedium thermisch zu verwerten, also zu verbrennen. Insbesondere kann das Prozessmedium einem Fackelsystem zugeführt werden.

[0041] Ferner wird ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Plattenwärmetauschers vorgeschlagen. Der Plattenwärmetauscher umfasst dabei einen aktiven Bereich, eine inaktive Leerlage, die in Fluidverbindung mit einer Umgebung des Plattenwärmetauschers steht, eine inaktive Leckdetektionslage, die zwischen dem aktiven Bereich und der Leerlage angeordnet ist, wobei die Leckdetektionslage mit Hilfe einer Trennplatte von dem aktiven Bereich abgetrennt ist, und eine Analyseeinheit. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: a) Durchströmen des aktiven Bereichs mit unterschiedlichen Prozessmedien, wobei ein Wärmeaustausch zwischen den Prozessmedien durchgeführt wird, und b) chemisches Analysieren von aufgrund eines Lecks an oder in der Trennplatte aus dem aktiven Bereich in die Leckdetektionslage eindringendem Prozessmedium mit Hilfe der Analyseeinheit, wodurch das Leck detektiert wird.

[0042] Wie zuvor erwähnt, weist der aktive Bereich eine Vielzahl aufeinandergestapelter Heizflächenelemente und Trennplatten auf. Hierdurch werden Wärmeübertragungspassagen ausgebildet. Bei benachbarten Wärmeübertragungspassagen kann der Wärmeaustausch zwischen den Prozessmedien über die jeweilige Trennplatte erfolgen. Der Wärmeaustausch kann dabei im Gleichstrom, im Kreuzstrom und/oder im Gegenstrom erfolgen. Der Schritt b) wird vorzugsweise kontinuierlich durchgeführt. Das heißt insbesondere, dass die Analyseeinheit stets in Betrieb ist, um Lecks zu detektieren. Alternativ kann die Analyseeinheit auch jeweils erst nach einem vorbestimmten Zeitintervall aktiviert werden. Bei dem chemischen Analysieren können insbesondere Bestandteile der Prozessmedien, beispielsweise Kohlenwasserstoffe, von der Analyseeinheit erkannt werden. Sobald die Analyseeinheit diese Bestandteile erkennt oder detektieren kann, kann davon ausgegangen werden, dass ein Leck vorhanden ist.

[0043] Gemäß einer Ausführungsform wird die Leckdetektionslage während des Schritts b) drucklos gehalten.

[0044] Wie zuvor erwähnt, bedeutet dies insbesondere, dass die Leckdetektionslage unter Umgebungsdruck betrieben wird. Entsprechend kann auch die Leerlage unter Umgebungsdruck betrieben werden und ist somit bevorzugt drucklos. Die Leckdetektionslage kann gegen ein Eindringen von Komponenten aus der Umgebung rückwärts in die Leckdetektionslage geschützt sein, die sonst gegebenenfalls an der Analyseneinheit einen Fehlalarm auslösen könnten. Dies kann beispielsweise mit Hilfe eines kontinuierlichen Spülens mit einem Inertgas, einem Rückschlagventil, einem definierten Tiefpunkt in der Nähe eines Austritts aus der Leckdetektionslage mit einem Flüssigkeitsverschluss oder dergleichen erfolgen.

[0045] Die für den Plattenwärmetauscher erläuterten Ausführungsformen und Erläuterungen gelten für das Verfahren entsprechend und umgekehrt.

[0046] "Ein" ist vorliegend nicht zwingend als beschränkend auf genau ein Element zu verstehen. Vielmehr können auch mehrere Elemente, wie beispielsweise zwei, drei oder mehr, vorgesehen sein. Auch jedes andere hier verwendete Zählwort ist nicht dahingehend zu verstehen, dass eine Beschränkung auf genau die genannte Anzahl an Elementen gegeben ist. Vielmehr sind zahlenmäßige Abweichungen nach oben und nach unten möglich, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

[0047] Weitere mögliche Implementierungen des Plattenwärmetauschers und/oder des Verfahrens umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmalen oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform des Plattenwärmetauschers und/oder des Verfahrens hinzufügen.

[0048] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und As-

pekte des Plattenwärmetauschers und/oder des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele des Plattenwärmetauschers und/oder des Verfahrens. Im Weiteren werden der Plattenwärmetauscher und/oder das Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Plattenwärmetauschers;

Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines Wärmetauscherblocks für den Plattenwärmetauscher gemäß Fig. 1; und

Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Betreiben des Plattenwärmetauschers gemäß Fig. 1.

[0049] In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

[0050] Die Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform eines Plattenwärmeübertragers oder Plattenwärmetauschers 1. Die Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines Wärmetauscherblocks 2 für den Plattenwärmetauscher 1 gemäß Fig. 1. Nachfolgend wird auf die Fig. 1 und 2 gleichzeitig Bezug genommen.

[0051] Mit Hilfe des in der Fig. 1 dargestellten Plattenwärmetauschers 1 lässt sich ein Wärmeaustausch zwischen mehreren verschiedenen Prozessmedien A bis E realisieren. Die Prozessmedien A bis E können auch als Fluide oder Medien bezeichnet werden. Der Plattenwärmetauscher 1 ist insbesondere ein Plate Fin Heat Exchanger (PFHE) oder kann als solcher bezeichnet werden. Der Plattenwärmetauscher 1 ist vorzugsweise aus Bauteilen aufgebaut, die aus Aluminium gefertigt und miteinander verlötet, insbesondere hartverlötet, sind. Der Plattenwärmetauscher 1 kann daher auch als hartgelöteter Aluminium-Plattenwärmetauscher (Engl.: Brazed Aluminum Plate Fin Heat Exchanger) bezeichnet werden.

[0052] Der Wärmetauscherblock 2 ist quaderförmig oder blockförmig aufgebaut und umfasst eine Vielzahl an Passagen oder Heizflächenelementen 3 sowie eine Vielzahl an Trennplatten 4. Die Heizflächenelemente 3 sind sogenannte Fins, insbesondere sogenannte Heat Transfer Fins, oder können als Fins bezeichnet werden. Die Heizflächenelemente 3 können als gewellte oder gerippte Bleche, beispielsweise als Aluminiumbleche, ausgebildet sein. Die Trennplatten 4 sind Trennbleche oder können als Trennbleche bezeichnet werden. Die Trennplatten 4 können ebenfalls aus Aluminium gefertigt sein. Die Anzahl der Heizflächenelemente 3 und die Anzahl der Trennplatten 4 ist jeweils beliebig.

[0053] Dem Wärmetauscherblock 2 ist ein Koordinatensystem mit einer ersten Raumrichtung oder Breitenrichtung x, einer zweiten Raumrichtung oder Hochrichtung y und einer dritten Raumrichtung oder Tiefenrichtung z zugeordnet. Die Richtungen x, y, z sind senkrecht zueinander orientiert. Die Breitenrichtung x kann auch als x-Richtung des Wärmetauscherblocks 2 bezeichnet werden. Die Hochrichtung y kann auch als y-Richtung des Wärmetauscherblocks 2 bezeichnet werden. Die Tiefenrichtung z kann auch als z-Richtung des Wärmetauscherblocks 2 bezeichnet werden.

[0054] Die Heizflächenelemente 3 und die Trennplatten 4 sind abwechselnd angeordnet. Das heißt, zwischen zwei Heizflächenelementen 3 ist jeweils eine Trennplatte 4 und zwischen zwei Trennplatten 4 ist jeweils ein Heizflächenelement 3 positioniert. Die Heizflächenelemente 3 und die Trennplatten 4 können dabei stoffschlüssig miteinander verbunden sein. Bei stoffschlüssigen Verbindungen werden die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten. Stoffschlüssige Verbindungen sind nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel und/oder der Verbindungspartner voneinander trennen lassen.

[0055] Insbesondere können die Heizflächenelemente 3 und die Trennplatten 4 miteinander verlötet, insbesondere hartverlötet, sein.

[0056] Der Wärmetauscherblock 2 umfasst weiterhin Deckplatten 5, 6, zwischen denen die Vielzahl an Heizflächenelementen 3 und die Vielzahl an Trennplatten 4 angeordnet sind. Es sind eine erste Deckplatte 5 und eine zweite Deckplatte 6 vorgesehen. Die Deckplatten 5, 6 können dabei identisch wie die Trennplatten 4 aufgebaut sein. Die Deckplatten 5, 6 können sich jedoch in ihrer Dicke oder Wandstärke von den Trennplatten 4 unterscheiden. Im Gegensatz zu den Trennplatten 4 weisen die Deckplatten 5, 6 bevorzugt keine Lotplattierung auf. Die Deckplatten 5, 6 sind dabei außenseitig auf einem jeweils äußersten Heizflächenelement 3 positioniert und schließen den Wärmetauscherblock 2 in der Orientierung der Fig. 1 nach vorne und hinten ab.

[0057] Weiterhin umfasst der Wärmetauscherblock 2 sogenannte Sidebars oder Randleisten 7, 8, die die Heizflächenelemente 3 seitlich begrenzen. Die Randleisten 7, 8 können mit den Trennplatten 4 und/oder den Heizflächenelementen 3 stoffschlüssig verbunden, beispielsweise verlötet, insbesondere hartverlötet, sein. Die zuvor genannten Bauteile des Wärmetauscherblocks 2 sind beispielsweise aus dem Werkstoff 3003 (AlMn1Cu) gefertigt.

[0058] Mit Hilfe der Heizflächenelemente 3 und der Trennplatten 4 bildet der Plattenwärmetauscher 1 eine Vielzahl an parallelen Wärmeübertragungspassagen aus, in denen die Prozessmedien A bis E strömen können. Somit kann indirekt Wärme zwischen in benachbarten Wärmeübertragungspassagen geführten Prozessmedien A bis E übertragen werden. Die einzelnen Wärmeübertragungspassagen können mit Hilfe von An-

schlusseinrichtungen 9 bis 18 mit einem jeweiligen Prozessmedium A bis E beaufschlagt werden, indem das jeweilige Prozessmedium A bis E dem Plattenwärmetauscher 1 zugeführt wird, oder das jeweilige Prozessmedium A bis E kann mit Hilfe einer derartigen Anschlusseinrichtung 9 bis 18 von dem Plattenwärmetauscher 1 weggeführt werden. Die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 sind sogenannte Header oder können als solche bezeichnet werden. Die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 können je nach Funktion auch als Verteiler oder Sammler bezeichnet werden.

[0059] Beispielsweise sind die Anschlusseinrichtungen 11, 13, 15 dazu geeignet, dem Plattenwärmetauscher 1 die Prozessmedien A, B, D zuzuführen, und die Anschlusseinrichtungen 9, 10, 12, 14 sind dazu geeignet, die Prozessmedien A, C, D, E von dem Plattenwärmetauscher 1 abzuführen.

[0060] Jeder Anschlusseinrichtung 9 bis 18 ist ein Anschlussstutzen 19 bis 25 zugeordnet, mit dessen Hilfe die jeweilige Anschlusseinrichtung 9 bis 18 mit dem entsprechenden Prozessmedium A bis E beaufschlagt werden kann oder das entsprechende Prozessmedium A bis E von der Anschlusseinrichtung 9 bis 18 weggeführt werden kann. Die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 sind stoffschlüssig mit dem Wärmetauscherblock 2 verbunden. Insbesondere sind die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 mit dem Wärmetauscherblock 2 verschweißt. Die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 können auch mit dem Wärmetauscherblock 2 verlötet sein.

[0061] Der Plattenwärmetauscher 1 kann Teil einer verfahrenstechnischen Anlage 26 sein. Die verfahrenstechnische Anlage 26 kann beispielsweise eine Anlage zur Luftzerlegung, zur Herstellung von Flüssiggas (Engl. : Liquified Natural Gas, LNG), eine in der petrochemischen Industrie eingesetzte Anlage oder dergleichen sein. Die verfahrenstechnische Anlage 26 kann eine Vielzahl derartiger Plattenwärmetauscher 1 umfassen.

[0062] Wie zuvor erwähnt, sind die Bauteile des Plattenwärmetauschers 1 bevorzugt aus einer Aluminiumlegierung gefertigt. Aus Festigkeitsgründen kommt für die Anschlusseinrichtungen 9 bis 18 bevorzugt eine hochmagnesiumhaltige Aluminiumlegierung, wie beispielsweise der Werkstoff 5083 (AlMg4,5Mn) oder ein vergleichbarer Werkstoff, zur Anwendung. Derartige hochmagnesiumhaltige Aluminiumlegierungen weisen einen Magnesiumgehalt von etwa 4 bis 5 % auf. Derartige Aluminiumlegierungen weisen eine hohe Festigkeit auf.

[0063] Zum Herstellen des Wärmetauscherblock 2 werden dessen Einzelteile, nämlich die Heizflächenelemente 3, die Trennplatten 4, die Deckplatten 5, 6 sowie die Randleisten 7, 8 unter Verwendung eines Aluminiumlots in einem Lötofen unter Vakuum miteinander verlötet, insbesondere hartverlötet. Das Aluminiumlot kann dabei einseitig oder beidseitig als Lotschicht, insbesondere als Lotplattierung, auf die Trennplatten 4 aufgebracht sein.

[0064] Undichtigkeiten an dem Wärmetauscherblock 2 erfordern in der Regel ein Abschalten des Plattenwärmetauschers 1 oder der ganzen verfahrenstechnischen Anlage 26. Ungeplante Ausfallzeiten, eine Reparatur oder ein Ersatz führt im Vergleich zu einem geplanten Herunterfahren zu höheren Kosten. Daher ist eine frühzeitige Leckerkennung, die eine frühzeitige Planung des Herunterfahrens ermöglicht, wünschenswert. Hierzu weist der Plattenwärmetauscher 1 eine später noch zu erläuternde Leckdetektionseinrichtung 27 auf.

[0065] Der Wärmetauscherblock 2 ist modular aufgebaut und umfasst ein erstes Wärmetauscherblockmodul 28 sowie ein zweites Wärmetauscherblockmodul 29. Entlang der Hochrichtung y betrachtet sind die Wärmetauscherblockmodule 28, 29 übereinander angeordnet oder aufeinandergestapelt. Die Wärmetauscherblockmodule 28, 29 können fest miteinander verbunden, beispielsweise verlötet, sein.

[0066] Jedes Wärmetauscherblockmodul 28, 29 umfasst zwei wie zuvor erwähnte Deckplatten 5, 6. Die Deckplatte 5 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 liegt an der Deckplatte 6 des zweiten Wärmetauscherblockmoduls 29 an. Beispielsweise sind die Deckplatte 5 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 und die Deckplatte 6 des zweiten Wärmetauscherblockmoduls 29 fest miteinander verbunden, insbesondere miteinander verschweißt oder durch eine andere Art und Weise miteinander verbunden.

[0067] Zwischen den Deckplatten 5, 6 jedes Wärmetauscherblockmoduls 28, 29 ist eine Vielzahl wie zuvor erwähnter Heizflächenelemente 3 und Trennplatten 4 abwechselnd angeordnet. Randseitig werden die Wärmetauscherblockmodule 28, 29 von Randleisten 7, 8 abgeschlossen.

[0068] Die Deckplatte 6 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 und die Deckplatte 5 des zweiten Wärmetauscherblockmoduls 29 sind außenliegend. In der Orientierung der Fig. 3 unterhalb der Deckplatte 6 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 ist eine Leerlage 30 (Engl.: Dummy Layer) vorgesehen. Die Leerlage 30 umfasst ein wie zuvor erwähntes Heizflächenelement 3, das zwischen zwei Trennplatten 4 angeordnet ist.

[0069] In der Leerlage 30 strömt kein Prozessmedium A bis E. Die Leerlage 30 ist somit inaktiv. "Inaktiv" heißt demgemäß im Zusammenhang mit der Leerlage 30, dass diese nicht von den Prozessmedien A bis E durchströmbar ist oder durchströmt wird. Die Leerlage 30 ist zu einer den Wärmertauscherblock 2 umgebenden Atmosphäre oder Umgebung 31 hin offen. Die Leerlage 30 ist damit drucklos beziehungsweise es herrscht Umgebungsdruck in der Leerlage 30.

[0070] In der Orientierung der Fig. 3 oberhalb der Deckplatte 5 des zweiten Wärmetauscherblockmoduls 29 ist eine Leerlage 32 (Engl.: Dummy Layer) vorgesehen. Von ihrem Aufbau her entspricht die Leerlage 32 der Leerlage 30. Die Leerlage 32 umfasst demgemäß ein Heizflächenelement 3, das zwischen zwei Trennplatten 4 angeordnet ist.

[0071] Auch in der Leerlage 32 strömt kein Prozessmedium A bis E. Die Leerlage 32 ist somit ebenfalls in-

aktiv. Auch die Leerlage 32 ist zu der Umgebung 31 hin offen. Die Leerlage 32 ist damit ebenfalls drucklos beziehungsweise es herrscht Umgebungsdruck in der Leerlage 32. An den einander zugewandten Deckplatten 5, 6 der Wärmetauscherblockmodule 28, 29 ist jedoch keine wie zuvor erwähnte Leerlage 30, 32 vorgesehen. Es kann jedoch zusätzlich an den einander zugewandten Deckplatten 5, 6 der Wärmetauscherblockmodule 28, 29 jeweils eine wie zuvor erwähnte Leerlage 30, 32 vorgesehen sein.

[0072] Jedes Wärmetauscherblockmodul 28, 29 weist einen aktiven Bereich 33, 34 auf. Dem ersten Wärmetauscherblockmodul 28 ist der aktive Bereich 33 zugeordnet. Dem zweiten Wärmetauscherblockmodul 29 ist der aktive Bereich 34 zugeordnet. Jeder aktive Bereich 33, 34 umfasst eine Vielzahl von Wärmeübertragungspassagen, die von den Heizflächenelementen 3 und den Trennplatten 4 gebildet werden. Durch diese Wärmeübertragungspassagen strömen die Prozessmedien A bis E.

[0073] "Aktiv" heißt im Zusammenhang mit den aktiven Bereichen 33, 34, dass diese von den Prozessmedien A bis E durchströmt werden oder durchströmbar sind. Im Gegensatz hierzu sind die Leerlagen 30, 32 inaktiv und werden nicht von den Prozessmedien A bis E durchströmt. Die Leerlagen 30, 32 sind demgemäß nicht Teil der aktiven Bereiche 33, 34.

[0074] Das erste Wärmetauscherblockmodul 28 weist eine erste Leckdetektionslage 35 auf. Die erste Leckdetektionslage 35 umfasst ein Heizflächenelement 3, das zwischen zwei Trennplatten 4 angeordnet ist. Die erste Leckdetektionslage 35 ist zwischen der Leerlage 30 und dem aktiven Bereich 33 angeordnet. Die erste Leckdetektionslage 35 ist mit Hilfe einer Trennplatte 4 von der Leerlage 30 fluidisch abgetrennt. "Fluidisch abgetrennt" heißt in diesem Zusammenhang, dass ein Fluidaustausch zwischen der ersten Leckdetektionslage 35 und der Leerlage 30 nicht möglich ist. Diese vorgenannte Trennplatte 4 kann der Leerlage 30, der ersten Leckdetektionslage 35 oder sowohl der Leerlage 30 als auch der ersten Leckdetektionslage 35 zugeordnet sein.

[0075] Die erste Leckdetektionslage 35 ist mit einer Trennplatte 4 von dem aktiven Bereich 33 fluidisch abgetrennt. Diese vorgenannte Trennplatte 4 kann der ersten Leckdetektionslage 35, dem aktiven Bereich 33 oder sowohl der ersten Leckdetektionslage 35 als auch dem aktiven Bereich 33 zugeordnet sein.

[0076] Das erste Wärmetauscherblockmodul 28 weist ferner eine zweite Leckdetektionslage 36 auf. Entlang der Tiefenrichtung z betrachtet ist der aktive Bereich 33 zwischen der ersten Leckdetektionslage 35 und der zweiten Leckdetektionslage 36 platziert. Die zweite Leckdetektionslage 36 umfasst ein Heizflächenelement 3, das zwischen zwei Trennplatten 4 angeordnet ist. Die zweite Leckdetektionslage 36 ist zwischen der Deckplatte 5 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 und dem aktiven Bereich 33 angeordnet.

[0077] Die zweite Leckdetektionslage 36 weist eine Trennplatte 4 auf, die mit der Deckplatte 5 fest verbunden, insbesondere verlötet, ist. Diese vorgenannte Trennplatte 4 kann Teil der zweiten Leckdetektionslage 36 sein. Die zweite Leckdetektionslage 36 ist zwischen der Deckplatte 5 und dem aktiven Bereich 33 angeordnet. Die zweite Leckdetektionslage 36 ist mit einer Trennplatte 4 von dem aktiven Bereich 33 fluidisch abgetrennt. Diese vorgenannte Trennplatte 4 kann der zweiten Leckdetektionslage 36, dem aktiven Bereich 33 oder sowohl der zweiten Leckdetektionslage 36 als auch dem aktiven Bereich 33 zugeordnet sein. Die Leckdetektionslagen 35, 36 werden nicht von den Prozessmedien A bis E durchströmt. Die Leckdetektionslagen 35, 36 sind demgemäß "inaktiv".

[0078] Das zweite Wärmetauscherblockmodul 29 ist vorzugsweise identisch wie das erste Wärmetauscherblockmodul 28 aufgebaut. Demgemäß weist auch das zweite Wärmetauscherblockmodul 29 eine erste Leckdetektionslage 37 sowie eine zweite Leckdetektionslage 38 auf. Der aktive Bereich 34 ist zwischen diesen beiden Leckdetektionslagen 37, 38 platziert. Auch die Leckdetektionslagen 37, 38 werden nicht von den Prozessmedien A bis E durchströmt. Demgemäß sind auch die Leckdetektionslagen 37, 38 inaktiv. Alle Leckdetektionslagen 35 bis 38 sind gegenüber der Umgebung 31 abgeschlossen. Dabei sind die Leckdetektionslagen 35 bis 38 jedoch bevorzugt drucklos.

[0079] Jeder der Leckdetektionslagen 35 bis 38 ist eine Leitung 39 bis 42 zugeordnet, die mit der jeweiligen Leckdetektionslage 35 bis 38 in Fluidverbindung ist. Die Leitungen 39 bis 42 münden in eine gemeinsame Sammelleitung 43 ein. Die Sammelleitung 43 verzweigt sich und führt zum einen zu einer Analyseeinheit 44 und zum anderen zu einer Überdruckschutzeinheit 45. Die Leckdetektionslagen 35 bis 38, die Leitungen 39 bis 42, die Sammelleitung 43, die Analyseeinheit 44 und die Überdruckschutzeinheit 45 bilden zusammen die Leckdetektionseinrichtung 27 des Wärmetauscherblocks 2 beziehungsweise des Plattenwärmetauschers 1.

[0080] Die Analyseeinheit 44 ist dazu eingerichtet, chemische Substanzen, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffe, die in den Prozessmedien A bis E enthalten sind, zu detektieren und zu identifizieren. Die Analyseeinheit 44 kann ein Massenspektrometer sein oder ein Massenspektrometer aufweisen. Die Analyseeinheit 44 kann einen Rechner, einen Datenspeicher oder dergleichen aufweisen. Die Analyseeinheit 44 kann auch geeignet sein, ein Analyseergebnis auszugeben. Dies kann beispielsweise optisch auf einem Bildschirm erfolgen. Je nach Analyseergebnis kann auch ein akustisches und/oder optisches Warnsignal ausgegeben werden.

[0081] Die Überdruckschutzeinheit 45 verhindert einen unerwünschten Druckaufbau in den Leckdetektionslagen 35 bis 38. Die Überdruckschutzeinheit 45 kann ein Überdruckventil oder eine Berstmembran sein oder aufweisen. Die Überdruckschutzeinheit 45 verhindert einen Druckanstieg innerhalb der Leckdetektionslagen 35 bis 38 über einen Auslegungsdruck des Wärmetauscher-

blocks 2.

[0082] Die Leckdetektionslagen 35 bis 38 sind an aktiven Bereichen des Wärmetauscherblocks 2 vorgesehen, an denen Leckagen am wahrscheinlichsten sind. Vorliegend ist das beispielsweise ein aktiver Bereich, an dem die beiden Wärmetauscherblockmodule 28, 29 miteinander verbunden sind sowie ein aktiver Bereich, der die außenliegenden Deckplatten 5, 6 umfasst. In diesen vorgenannten aktiven Bereichen können temperaturbedingt hohe mechanische Spannungen auftreten, die zu Rissen führen können.

[0083] Zur Leckdetektion sind hier die beiden zweiten Leckdetektionslagen 36, 38 vorgesehen. Ferner sind an den zur Umgebung 31 hinweisenden Deckplatten 5, 6 die ersten Leckdetektionslagen 35, 37 vorgesehen. Grundsätzlich können die Leckdetektionslagen 35 bis 38 jedoch an beliebiger Stelle, insbesondere auch innerhalb der aktiven Bereiche 33, 34, vorgesehen sein. Zur Leckdetektion ist zumindest genau eine Leckdetektionslage 35 bis 38 vorgesehen.

[0084] Die Funktionalität der Leckdetektionseinrichtung 27 wird nachfolgend anhand der ersten Leckdetektionslage 35 des ersten Wärmetauscherblockmoduls 28 erläutert. Alle Ausführungen betreffend die erste Leckdetektionslage 35 sind jedoch entsprechend auf die anderen Leckdetektionslagen 36 bis 38 entsprechend anwendbar.

[0085] In dem Fall, dass die zwischen der ersten Detektionslage 35 und dem aktiven Bereich 33 vorgesehene Trennplatte 4 ein Leck aufweist, strömt ein Teil des jeweiligen Prozessmediums A bis E in die erste Detektionslage 35 ein. Hierbei ist es schon ausreichend, wenn sehr geringe Mengen des jeweiligen Prozessmediums A bis E aus dem aktiven Bereich 33 heraus in die erste Detektionslage 35 eindringen. Das Prozessmedium A bis E wird dann über die Leitung 39 und die Sammelleitung 43 der Analyseeinheit 44 zugeführt, die das Prozessmedium A bis E chemisch analysiert.

[0086] Bei der chemischen Analyse wird nach chemischen Substanzen, wie beispielsweise Kohlenwasserstoffen, gesucht, die in den Prozessmedien A bis E enthalten sind. Ist die Analyse positiv, das heißt beispielsweise, dass Kohlenwasserstoffe detektiert werden, kann beispielsweise ein Alarm ausgegeben werden. Von der Analyseeinheit 44 wird das ausgetretene Prozessmedium A bis E in einen geeigneten Auffangbereich 46 geleitet oder entsorgt, so dass das Prozessmedium A bis E nicht in die Umgebung 31 gelangt. Der Auffangbereich 46 kann ein Speicherbehälter oder dergleichen sein. In der Regel wird das Prozessmedium A bis E jedoch einem Fackelsystem zugeführt.

[0087] In der Regel entwickeln sich Risse in einem derartigen Wärmetauscherblock 2 sehr langsam und vergrößern sich dabei zunehmend. Daher ist zu erwarten, dass ein Leckvolumenstrom des in die erste Leckdetektionslage 35 einströmenden Prozessmediums A bis E über eine gewisse Zeit zu dem zuvor erwähnten Auffangbereich 46 geleitet werden kann. Währenddessen kann ein gezieltes Herunterfahren, ein Ersatz und/oder eine Reparatur des Plattenwärmetauschers 1 beziehungsweise des Wärmetauscherblocks 2 vorbereitet werden. Es ist somit möglich, Leckagen zu erkennen, bevor diese kritisch für den Betrieb des Plattenwärmetauschers 1 werden.

[0088] Die Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Betreiben des Plattenwärmetauschers 1.

[0089] Das Verfahren umfasst einen Schritt S1 eines Durchströmens des jeweiligen aktiven Bereichs 33, 34 mit den Prozessmedien A bis E, wobei ein Wärmeaustausch zwischen den Prozessmedien A bis E durchgeführt wird. In einem Schritt S2 wird aufgrund eines Lecks an oder in der Trennplatte 4 aus dem aktiven Bereich 33, 34 in die Leckdetektionslage 35 bis 38 eindringendes Prozessmedium A bis E mit Hilfe der Analyseeinheit 44 chemisch analysiert, wodurch das Leck detektiert wird. Vorzugsweise wird die Leckdetektionslage 35 bis 38 während des Schritts S2 drucklos gehalten.

[0090] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

Verwendete Bezugszeichen

[0091]

1	Plattenwärmetauscher
2	Wärmetauscherblock
3	Heizflächenelement
4	Trennplatte
5	Deckplatte
6	Deckplatte
7	Randleiste
8	Randleiste
9	Anschlusseinrichtung
10	Anschlusseinrichtung
11	Anschlusseinrichtung
12	Anschlusseinrichtung
13	Anschlusseinrichtung
14	Anschlusseinrichtung
15	Anschlusseinrichtung
16	Anschlusseinrichtung
17	Anschlusseinrichtung
18	Anschlusseinrichtung
19	Anschlussstutzen
20	Anschlussstutzen
21	Anschlussstutzen
22	Anschlussstutzen
23	Anschlussstutzen
24	Anschlussstutzen
25	Anschlussstutzen
26	verfahrenstechnische Anlage
27	Leckdetektionseinrichtung
28	Wärmetauscherblockmodul
29	Wärmetauscherblockmodul
30	Leerlage

31 Umgebung
32 Leerlage
33 aktiver Bereich
34 aktiver Bereich
35 Leckdetektionslage
36 Leckdetektionslage
37 Leckdetektionslage
38 Leckdetektionslage
39 Leitung
40 Leitung
41 Leitung
42 Leitung
43 Sammelleitung
44 Analyseeinheit
45 Überdruckschutzeinheit
46 Auffangbereich

A Prozessmedium
B Prozessmedium
C Prozessmedium
D Prozessmedium
E Prozessmedium
S1 Schritt
S2 Schritt
x Breitenrichtung
y Hochrichtung
z Tiefenrichtung

Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher (1) mit einem aktiven Bereich (33, 34), der im Betrieb des Plattenwärmetauschers (1) zum Wärmeaustausch zwischen unterschiedlichen Prozessmedien (A - E) mit den Prozessmedien (A - R) durchströmbar ist, einer inaktiven Leerlage (30, 32), die in Fluidverbindung mit einer Umgebung (31) des Plattenwärmetauschers (1) steht, einer inaktiven Leckdetektionslage (35, 37), die zwischen dem aktiven Bereich (33, 34) und der Leerlage (30, 32) angeordnet ist, wobei die Leckdetektionslage (35, 37) mit Hilfe einer Trennplatte (4) von dem aktiven Bereich (33, 34) abgetrennt ist, und einer Analyseeinheit (44) zur chemischen Analyse von aufgrund eines Lecks an oder in der Trennplatte (4) aus dem aktiven Bereich (33, 34) in die Leckdetektionslage (35, 37) eindringendem Prozessmedium (A - E), um das Leck zu detektieren.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, wobei genau eine Leckdetektionslage (35, 37) zwischen dem aktiven Bereich (33, 34) und der Leerlage (30, 32) angeordnet ist.

3. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leckdetektionslage (35, 37) die Trennplatte (4), eine weitere Trennplatte (4), welche die Leckdetektionslage (35, 37) gegenüber der Leerlage (30, 32) abgrenzt, und ein Heizflächenelement (3), das zwischen den beiden Trennplatten (4) angeordnet ist, aufweist.

4. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei die Leckdetektionslage (35, 37) im Betrieb des Plattenwärmetauschers (1) drucklos ist.

5. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 4, ferner umfassend einen Wärmetauscherblock (2), der den aktiven Bereich (33, 34), die Leerlage (30, 32) und die Leckdetektionslage (35, 37) aufweist, wobei die Analyseeinheit (44) in Fluidverbindung mit der Leckdetektionslage (35, 37) steht.

6. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 5, wobei die Analyseeinheit (44) außerhalb des Wärmetauscherblocks (2) angeordnet ist.

7. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, wobei die Analyseeinheit (44) mit Hilfe einer von der Leckdetektionslage (35, 37) wegführenden Leitung (39, 42) und einer Sammelleitung (43), in welche die Leitung (39, 42) einmündet, in Fluidverbindung mit der Leckdetektionslage (35, 37) steht.

8. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 7, ferner umfassend eine Überdruckschutzeinheit (45), die mit der Leckdetektionslage (35, 37) in Fluidverbindung steht.

9. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 8, wobei die Analyseeinheit (44) und die Überdruckschutzeinheit (45) parallelgeschaltet sind.

10. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 9, ferner umfassend eine Deckplatte (5, 6), die zu der Umgebung (31) hinweist, wobei die Leerlage (30) zwischen der Deckplatte (5, 6) und der Leckdetektionslage (35, 37) angeordnet ist.

11. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 10, ferner umfassend ein erstes Wärmetauscherblockmodul (28) mit einer ersten Deckplatte (5) und einer zweiten Deckplatte (6) und ein zweites Wärmetauscherblockmodul (29) mit einer ersten Deckplatte (5) und einer zweiten Deckplatte (6), wobei das erste Wärmetauscherblockmodul (28) an seiner ersten Deckplatte (5) mit der zweiten Deckplatte (6) des zweiten Wärmetauscherblockmoduls (29) verbunden ist.

12. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 11, ferner umfassend eine weitere inaktive Leckdetektionslage (36, 38), die zwischen dem aktiven Bereich (33) und der ersten Deckplatte (5) des ersten Wärmetauscherblockmoduls (28) und/oder zwischen dem aktiven Bereich (34) und der zweiten Deckplatte (5) des zweiten Wärmetauscherblockmoduls (29) ange-

ordnet ist.

13. Plattenwärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 - 12, ferner umfassend einen stromabwärts der Analyseeinheit (44) angeordneten Auffangbereich (46) zum Auffangen des aus dem aktiven Bereich (33, 34) in die Leckdetektionslage (35, 37) eindringenden Prozessmediums (A - E).

14. Verfahren zum Betreiben eines Plattenwärmetauschers (1) mit einem aktiven Bereich (33, 34), einer inaktiven Leerlage (30, 32), die in Fluidverbindung mit einer Umgebung (31) des Plattenwärmetauschers (1) steht, einer inaktiven Leckdetektionslage (35, 37), die zwischen dem aktiven Bereich (33, 34) und der Leerlage (30, 32) angeordnet ist, wobei die Leckdetektionslage (35, 37) mit Hilfe einer Trennplatte (4) von dem aktiven Bereich (33, 34) abgetrennt ist, und einer Analyseeinheit (44), mit folgenden Schritten:

a) Durchströmen (S1) des aktiven Bereichs (33, 34) mit unterschiedlichen Prozessmedien (A - E), wobei ein Wärmeaustausch zwischen den Prozessmedien (A - E) durchgeführt wird, und
b) chemisches Analysieren (S2) von aufgrund eines Lecks an oder in der Trennplatte (4) aus dem aktiven Bereich (33, 34) in die Leckdetektionslage (35, 37) eindringendem Prozessmedium (A - E) mit Hilfe der Analyseeinheit (44), wodurch das Leck detektiert wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Leckdetektionslage (35, 37) während des Schritts b) drucklos gehalten wird.

Claims

1. Plate heat exchanger (1) comprising an active region (33, 34) through which, for heat exchange between different process media (A - E), the process media (A - R) can flow during operation of the plate heat exchanger (1), an inactive empty layer (30, 32) which is in fluid connection with an environment (31) of the plate heat exchanger (1), an inactive leak detection layer (35, 37) which is arranged between the active region (33, 34) and the empty layer (30, 32), wherein the leak detection layer (35, 37) is separated from the active region (33, 34) by means of a separating plate (4), and an analysis unit (44) for chemically analyzing a process medium (A - E) penetrating from the active region (33, 34) into the leak detection layer (35, 37) due to a leak on or in the separating plate (4), in order to detect the leak.

2. Plate heat exchanger according to claim 1, wherein exactly one leak detection layer (35, 37) is arranged between the active region (33, 34) and the empty layer (30, 32).

3. Plate heat exchanger according to either claim 1 or claim 2, wherein the leak detection layer (35, 37) comprises the separating plate (4), a further separating plate (4) which delimits the leak detection layer (35, 37) with respect to the empty layer (30, 32), and a heating surface element (3) which is arranged between the two separating plates (4).

4. Plate heat exchanger according to any of claims 1 - 3, wherein the leak detection layer (35, 37) is unpressurized during operation of the plate heat exchanger (1).

5. Plate heat exchanger according to any of claims 1 - 4, further comprising a heat exchanger block (2) which has the active region (33, 34), the empty layer (30, 32) and the leak detection layer (35, 37), wherein the analysis unit (44) is in fluid connection with the leak detection layer (35, 37).

6. Plate heat exchanger according to claim 5, wherein the analysis unit (44) is arranged outside the heat exchanger block (2).

7. Plate heat exchanger according to either claim 5 or claim 6, wherein the analysis unit (44) is in fluid connection with the leak detection layer (35, 37) by means of a line (39, 42) leading away from the leak detection layer (35, 37) and a manifold (43) into which the line (39, 42) opens.

8. Plate heat exchanger according to any of claims 1 - 7, further comprising an overpressure protection unit (45) which is in fluid connection with the leak detection layer (35, 37).

9. Plate heat exchanger according to claim 8, wherein the analysis unit (44) and the overpressure protection unit (45) are connected in parallel.

10. Plate heat exchanger according to any of claims 1 - 9, further comprising a cover plate (5, 6) facing the environment (31), wherein the empty layer (30) is arranged between the cover plate (5, 6) and the leak detection layer (35, 37).

11. Plate heat exchanger according to claim 10, further comprising a first heat exchanger block module (28) having a first cover plate (5) and a second cover plate (6) and a second heat exchanger block module (29) having a first cover plate (5) and a second cover plate (6), wherein the first heat exchanger block module (28) is connected at its first cover plate (5) to the second cover plate (6) of the second heat exchanger block module (29).

12. Plate heat exchanger according to claim 11, further comprising a further inactive leak detection layer (36, 38) arranged between the active region (33) and the first cover plate (5) of the first heat exchanger block module (28) and/or between the active region (34) and the second cover plate (5) of the second heat exchanger block module (29).

13. Plate heat exchanger according to any of claims 1 - 12, further comprising a collecting region (46) arranged downstream of the analysis unit (44) for collecting the process medium (A - E) penetrating from the active region (33, 34) into the leak detection layer (35, 37).

14. Method for operating a plate heat exchanger (1) having an active region (33, 34), an inactive empty layer (30, 32) which is in fluid connection with an environment (31) of the plate heat exchanger (1), an inactive leak detection layer (35, 37) which is arranged between the active region (33, 34) and the empty layer (30, 32), wherein the leak detection layer (35, 37) is separated from the active region (33, 34) by means of a separating plate (4), and an analysis unit (44), comprising the following steps:

    a) a flow (S1) of different process media (A - E) through the active region (33, 34), wherein a heat exchange is carried out between the process media (A - E), and
    b) a chemical analysis (S2) of the process medium (A - E) penetrating from the active region (33, 34) into the leak detection layer (35, 37) due to a leak on or in the separating plate (4) by means of the analysis unit (44), as a result of which the leak is detected.

15. Method according to claim 14, wherein the leak detection layer (35, 37) is kept unpressurized during step b).

Revendications

1. Échangeur de chaleur à plaques (1) comportant une zone (33, 34) active qui, pendant le fonctionnement de l'échangeur de chaleur à plaques (1), pour l'échange de chaleur entre différents fluides de processus (A - E), peut être traversée par les fluides de processus (A - R), une couche vide (30, 32) inactive qui est en communication fluidique avec un environnement (31) de l'échangeur de chaleur à plaques (1), une couche de détection de fuite (35, 37) inactive qui est agencée entre la zone (33, 34) active et la couche vide (30, 32), dans lequel la couche de détection de fuite (35, 37) est séparée de la zone (33, 34) active au moyen d'une plaque de séparation (4), et une unité d'analyse (44) pour l'analyse chimique du fluide de processus (A - E) pénétrant dans la couche de détection de fuite (35, 37) à partir de la zone (33, 34) active en raison d'une fuite sur ou dans la plaque de séparation (4), afin de détecter la fuite.

2. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1, dans lequel exactement une couche de détection de fuite (35, 37) est agencée entre la zone (33, 34) active et la couche vide (30, 32).

3. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la couche de détection de fuite (35, 37) présente la plaque de séparation (4), une autre plaque de séparation (4) qui délimite la couche de détection de fuite (35, 37) par rapport à la couche vide (30, 32), et un élément de surface chauffante (3) qui est agencé entre les deux plaques de séparation (4).

4. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche de détection de fuite (35, 37) est sans pression pendant le fonctionnement de l'échangeur de chaleur à plaques (1).

5. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 4, comprenant en outre un bloc échangeur de chaleur (2) qui présente la zone (33, 34) active, la couche vide (30, 32) et la couche de détection de fuite (35, 37), dans lequel l'unité d'analyse (44) est en communication fluidique avec la couche de détection de fuite (35, 37).

6. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 5, dans lequel l'unité d'analyse (44) est agencée à l'extérieur du bloc échangeur de chaleur (2).

7. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 5 ou 6, dans lequel l'unité d'analyse (44) est en communication fluidique avec la couche de détection de fuite (35, 37) au moyen d'une conduite (39, 42) s'éloignant de la couche de détection de fuite (35, 37) et d'une conduite collectrice (43) dans laquelle la conduite (39, 42) débouche.

8. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre une unité de protection contre la surpression (45) en communication fluidique avec la couche de détection de fuite (35, 37).

9. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 8, dans lequel l'unité d'analyse (44) et l'unité de protection contre la surpression (45) sont montées en parallèle.

10. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 9, comprenant en outre une plaque

de recouvrement (5, 6) qui fait face à l'environnement (31), dans lequel la couche vide (30) est agencée entre la plaque de recouvrement (5, 6) et la couche de détection de fuite (35, 37).

11. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 10, comprenant en outre un premier module de bloc d'échangeur de chaleur (28) comportant une première plaque de recouvrement (5) et une seconde plaque de recouvrement (6), et un second module de bloc d'échangeur de chaleur (29) comportant une première plaque de recouvrement (5) et une seconde plaque de recouvrement (6), dans lequel le premier module de bloc d'échangeur de chaleur (28) est relié, au niveau de sa première plaque de recouvrement (5), à la seconde plaque de recouvrement (6) du second module de bloc d'échangeur de chaleur (29).

12. Échangeur de chaleur à plaques selon la revendication 11, comprenant en outre une autre couche de détection de fuite (36, 38) inactive qui est agencée entre la zone (33) active et la première plaque de recouvrement (5) du premier module de bloc d'échangeur de chaleur (28) et/ou entre la zone (34) active et la seconde plaque de recouvrement (5) du second module de bloc d'échangeur de chaleur (29).

13. Échangeur de chaleur à plaques selon l'une des revendications 1 à 12, comprenant en outre une zone de récupération (46) agencée en aval de l'unité d'analyse (44) pour récupérer le fluide de processus (A - E) pénétrant à partir de la zone (33, 34) active dans la couche de détection de fuite (35, 37).

14. Procédé permettant de faire fonctionner un échangeur de chaleur à plaques (1) comportant une zone (33, 34) active, une couche vide (30, 32) inactive qui est en communication fluidique avec un environnement (31) de l'échangeur de chaleur à plaques (1), une couche de détection de fuite (35, 37) inactive qui est agencée entre la zone (33, 34) active et la couche vide (30, 32), dans lequel la couche de détection de fuite (35, 37) est séparée de la zone (33, 34) active au moyen d'une plaque de séparation (4), et une unité d'analyse (44), comportant les étapes suivantes :

a) traversée (S1) de la zone (33, 34) active par différents fluides de processus (A - E), dans lequel un échange de chaleur est effectué entre les fluides de processus (A - E), et
b) analyse chimique (S2), au moyen de l'unité d'analyse (44), du fluide de processus (A - E) pénétrant dans la couche de détection de fuite (35, 37) à partir de la zone (33, 34) active en raison d'une fuite sur ou dans la plaque de séparation (4), moyennant quoi la fuite est détectée.

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel la couche de détection de fuite (35, 37) est maintenue sans pression pendant l'étape b).

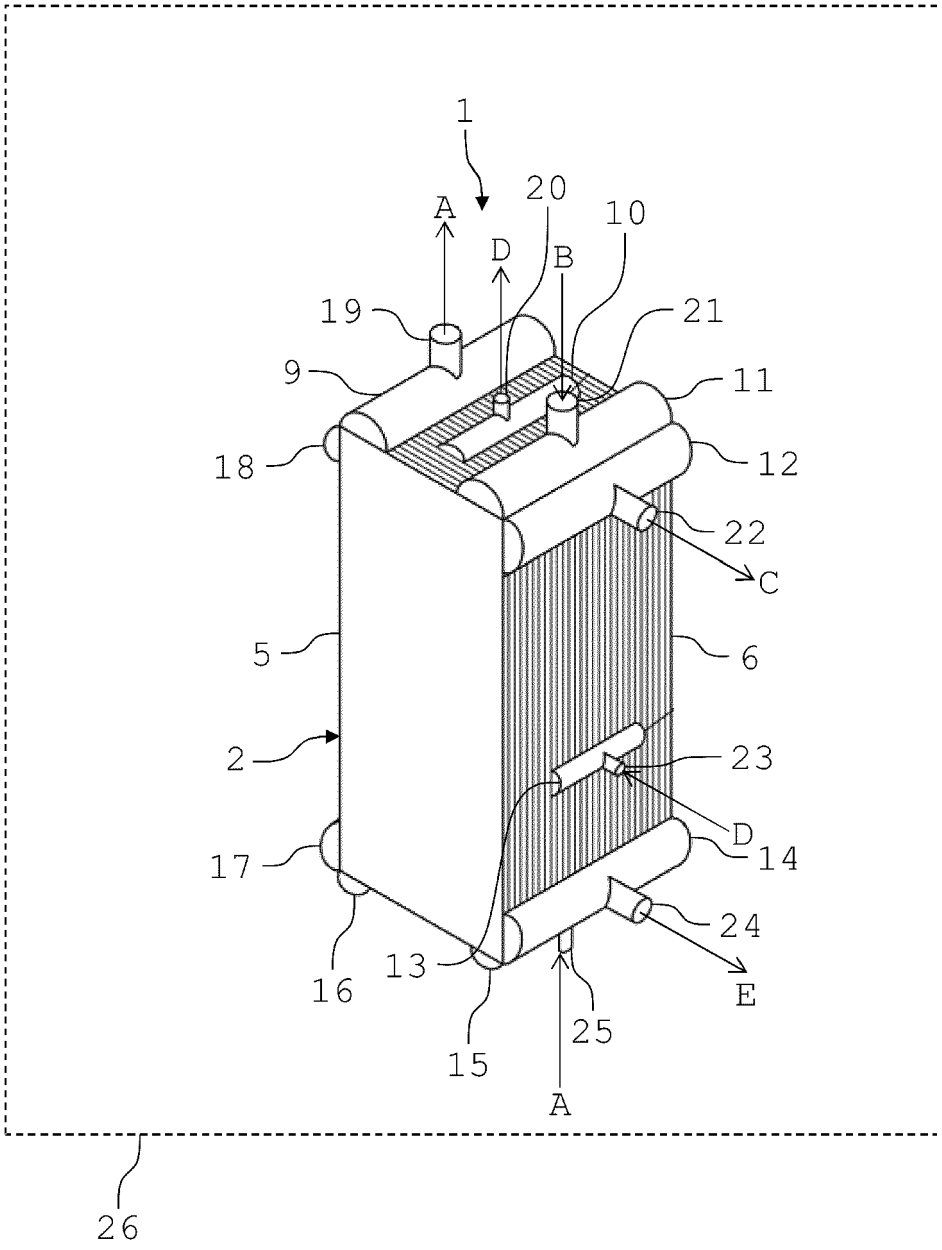

Fig. 1

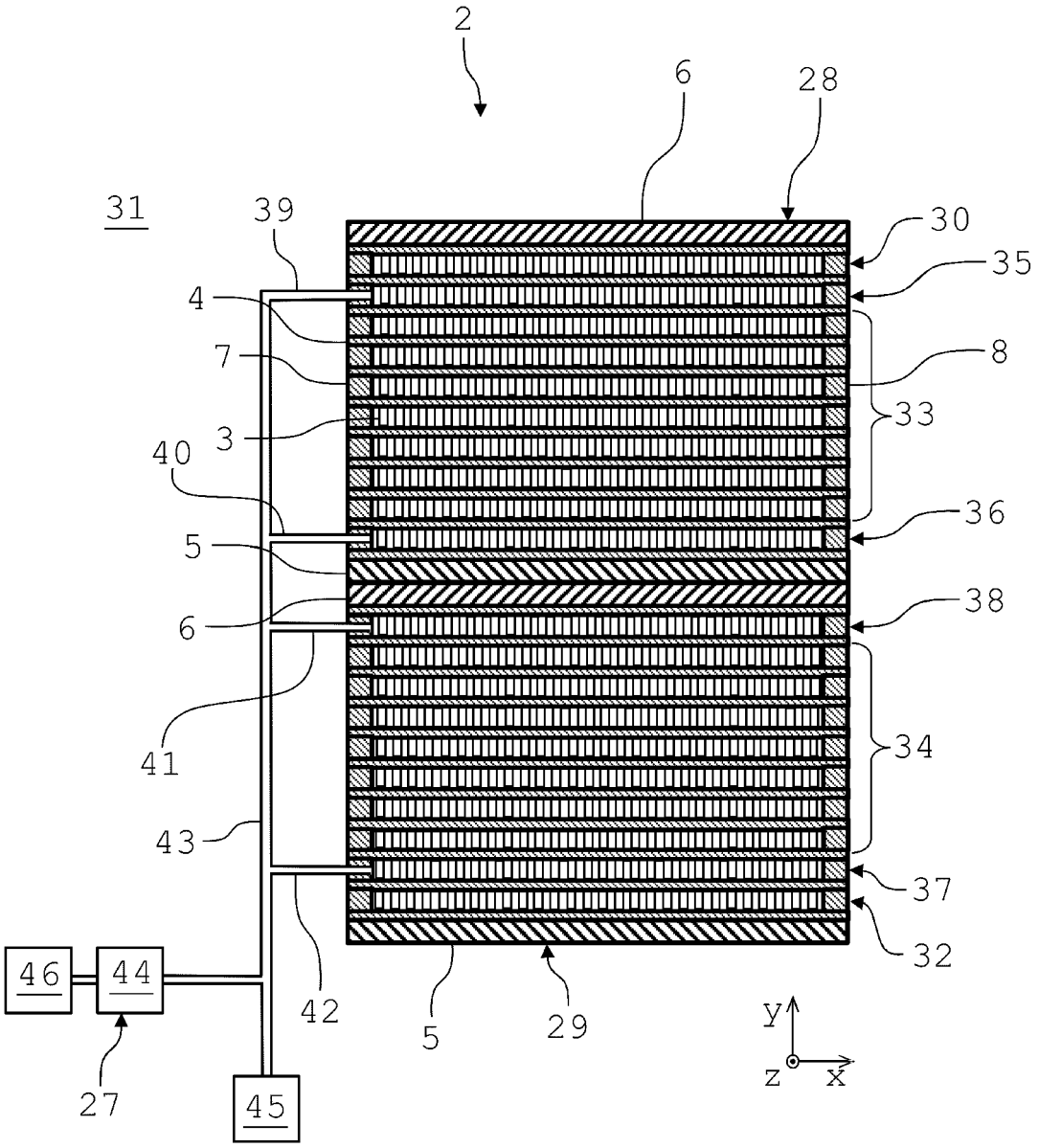
2
6
28
31
39
30
35
4
7
8
3
33
40
36
5
6
38
41
34
43
37
32
46
44
42
5
29
27
45
y
z
x

Fig. 2

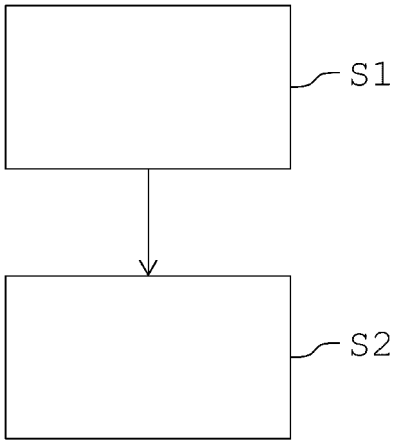

Fig. 3

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

- EP 2244046 A2 **[0004]**
- US 2010263823 A **[0004]**