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

(11) **EP 4 354 060 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
12.03.2025 Patentblatt 2025/11

(21) Anmeldenummer: **22200873.2**

(22) Anmeldetag: **11.10.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F26B 3/06 *(2006.01)* ***F26B 17/14*** *(2006.01)*
F26B 21/00 *(2006.01)*

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F26B 17/1425; F26B 3/06; F26B 21/004;
F26B 2200/06

(54) **QUERSTROMWÄRMETAUSCHER ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON GRANULATFÖRMIGEN STOFFEN**

CROSS-FLOW HEAT EXCHANGER FOR THE THERMAL TREATMENT OF GRANULAR MATERIALS

ÉCHANGEUR DE CHALEUR À FLUX CROISÉS POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE DE MATÉRIAUX GRANULAIRES

(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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.04.2024 Patentblatt 2024/16

(73) Patentinhaber: **Zeppelin Systems GmbH**
88045 Friedrichshafen (DE)

(72) Erfinder:
- **SCHNEIDER, Hans**
  88131 Lindau (DE)
- **KOREHNKE, Marcus**
  88250 Weingarten (DE)
- **BAIER, Hermann**
  88097 Eriskirch (DE)

(74) Vertreter: **Riebling, Peter**
Patentanwalt
Postfach 31 60
88113 Lindau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 102013 108 361
DE-B- 1 067 372
US-A- 4 424 634
US-A- 5 762 010

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 4 354 060 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betriff einen Querstromwärmetauscher zur thermischen Behandlung von grieß- und/oder granulatförmigen Stoffen nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

[0002] Unter einem Wärmetauscher wird eine Vorrichtung verstanden, welche die thermische Energie von einem Stoffstrom auf einen anderen überträgt. Derartige Wärmetauscher werden beispielsweise in verfahrenstechnischen Anlagen eingesetzt und können als Querstromwärmetauscher ausgebildet sein.

[0003] Querstromwärmetauscher führen eine thermische Behandlung von pulvergrieß- und/oder granulatförmigen Stoffen durch. Ein solcher Querstromwärmetauscher befindet sich beispielsweise in einer Recyclinganlage, welche verunreinigtes Schüttgut (z.B. Granulaten) aufbereitet, so dass es in späteren Herstellungs- oder Verarbeitungsprozessen als Ausgangsmaterial für ein neues Produkt verwendet werden kann.

[0004] Der Querstromwärmetauscher besteht üblicherweise aus einer Prozesskammer, durch welche das zu temperierende Granulat in vertikaler Richtung geführt wird. Die Prozesskammer weist seitliche Stutzen auf, durch welche ein Luftstrom in die Prozesskammer eingeleitet wird. Der Luftstrom umströmt das zu temperierende Granulat und tritt auf der gegenüberliegenden Seite aus der Prozesskammer wieder aus.

[0005] Mit der EP 1 019 663 A1 wird ein Trockner-Wärmetauscher zur thermischen Behandlung körnigen Schüttgütern offenbart. Der Wärmetauscher besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse mit einem Kanal mit luftdurchlässigen

[0006] Blechen, durch welchen das Schüttgut durchgeleitet wird. Seitlich am Gehäuse befinden sich mehrere Stutzen für den Ein- und Austritt des Prozessgases. Der Aufbau des Trockner-Wärmetauschers ist durch die unterteilte Kammer und die zahlreichen, seitlichen Stutzen sehr aufwändig. Es ist daher schwer die Bewegung des Granulats innerhalb des Kanals zu kontrollieren. Darüber hinaus lässt sich der Innenraum des Wärmetauschers nur bedingt reinigen.

[0007] US 4 424 634 A offenbart einen Querströmwärmetauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun einen Querstromwärmetauscher dergestalt auszubilden, dass er einfacher aufgebaut ist, eine effizientere thermische Behandlung durchführt und leichter zu reinigen ist. Darüber hinaus sollte mit dem Querstromwärmetauscher die Bewegung des Granulates besser kontrollierbar sein.

[0009] Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruches 1 gekennzeichnet.

[0010] Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, dass der Querstromwärmetauscher auf der Lufteintrittsseite eine Lufteintrittskammer mit einem Kammergehäuse aufweist, welches einseitig mit einem Lochblech abgeschlossen ist und auf der Luftaustrittsseite eine Luftaustrittskammer mit einem Kammergehäuse aufweist, welches einseitig mit einem Sieb abgeschlossen ist.

[0011] Der Querstromwärmetauscher besteht aus einem Gehäuse mit einer Prozesskammer. Das Gehäuse weist einen Stoffeintritt und einen Stoffaustritt für den granulatförmigen Stoff auf. Der granulatförmige Stoff bewegt sich innerhalb der Prozesskammer von oben nach unten und weist vorzugsweise einen Festbett-Zustand auf. Die Prozesskammer wird von einem Gasstrom durchströmt. Der Gasstrom wird über eine Lufteintrittskammer eingeleitet, durchströmt bzw. umströmt den granulatförmigen Stoff und wird über eine Luftaustrittskammer wieder aus der Prozesskammer ausgeleitet.

[0012] Die Lufteintrittskammer und/oder die Luftaustrittskammer sind lösbar an dem Gehäuse des Querstromwärmetauschers angeordnet. Durch die lösbare Anordnung können die Lufteintrittskammer und die Luftaustrittskammer von dem Gehäuse entfernt und leicht gereinigt werden. Des Weiteren ist durch das Abtrennen der Lufteintritts- und/oder Luftaustrittskammer die Prozesskammer freizugänglich und kann ebenfalls leicht gereinigt werden.

[0013] Die Lufteintrittskammer und/oder die Luftaustrittskammer bestehen im Wesentlichen aus einem Kammergehäuse, welches eine Aufnahme für ein Lochblech oder ein Sieb bilden. Vorzugsweise sind das Lochblech und/oder das Sieb lösbar mit der Lufteintrittskammer und/oder Luftaustrittskammer verbunden.

[0014] Das Kammergehäuse ist vorzugsweise kastenförmige oder zylindrisch ausgebildet und einseitig mit einem Lochblech oder einem Sieb abgeschlossen. Das Kammergehäuse weißt somit ein Kammervolumen zur Aufnahme einer bestimmten Menge des temperierten Gases auf, wobei das Gas durch Öffnungen des Lochbleches aus dem Kammergehäuse der Lufteintrittskammer ausströmt und durch Spalte des Siebes in das Kammergehäuse der Luftaustrittskammer einströmt.

[0015] Das Lochblech und/oder das Sieb können einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein. Des Weiteren können das Lochblech und das Sieb jede beliebige geometrische Form und Abmessung aufweisen. Entscheidend ist, dass das Lochblech und das Sieb in das Kammergehäuse der Lufteintritts- und Luftaustrittskammer angeordnet werden können.

[0016] Die Lufteintrittskammer weist ein Lochblech auf, welches eine luftdurchlässige Trennung zwischen dem Kammergehäuse der Lufteintrittskammer und der Prozesskammer bildet. Die Anordnung eines Lochblechs auf der Lufteintrittsseite hat den wesentlichen Vorteil, dass das Lochblech einfach aufgebaut und dadurch relativ kostengünstig ist. Das Lochblech muss lediglich luftdurchlässig sein, damit der Gasstrom in die Prozesskammer einströmen kann.

[0017] Das Lochblech weist mehrere luftdurchlässige Öffnungen auf. Vorzugsweise sind die Öffnung dergestalt ausgebildet, dass der Gasstrom, welcher durch die Rohrleitung in die Lufteintrittskammer einströmt, einen

gewissen Rückstau bildet und sich über die gesamte Lufteintrittskammer verteilt. Durch die Verteilung des Luftstromes über die gesamte Lufteintrittskammer wird der Gasstrom gleichmäßig an den granulatförmigen Stoff in der Prozesskammer abgeben. Die Lufteintrittskammer ist somit ein Art Verteilelement, welche den Gasstrom gleichmäßig über die gesamte Höhe der Prozesskammer verteilt. Dadurch lässt sich die Bewegung des granulatförmigen Stoffes besser kontrollieren und den Stoff effizienter thermisch behandeln.

[0018] Im Gegensatz hierzu wurde beim Stand der Technik der Gasstrom an mehreren, einzelnen Stellen in die Prozesskammer eingeblasen. Das ist mit dem Nachteil verbunden, dass der granulatförmige Stoff an mehreren Stellen mit dem Gasstrom beaufschlagt wird und dadurch die Bewegung des granulatförmigen Stoffes negativ beeinflusst wird

[0019] Die Luftaustrittskammer weist ein Sieb auf, welches der

[0020] Gasstrom von dem granulatförmigen Stoff trennt. Das Sieb ist als Spaltsieb ausgebildet. Spaltsiebe benötigen einen geringen Bauraum, sind wartungsarm und weisen einen hohen Wirkungsgrad auf. Derartige Spaltensiebe sind nahezu verstopfungsfrei. Die Prozesskammer wird durch die Form des Lochblechs und durch die Form des Siebes gebildet.

[0021] Die Lufteintrittskammer und die Luftaustrittskammer sind jeweils mit Rohrleitungen verbunden, welche den temperierten (erhitzten oder abgekühlten) Gasstrom zu bzw. abführen. Vorzugsweise wird der abgeführte Gasstrom einem weiteren Prozess innerhalb der verfahrenstechnischen Anlage zu geführt.

[0022] Oberhalb des Gehäuses ist auf der Produkteintrittsseite ein Vorlagebehälter für den granulatförmigen Stoff angeordnet. Der Vorlagebehälter wird über eine Förderleitung mit dem Granulat gefüllt. Vorzugsweise befindet sich im Bereich der Förderleitung eine Dossiervorrichtung.

[0023] Der Vorlagebehälter ist beispielsweise fest mit dem Gehäuse des Querstromwärmetauscher verbunden und bildet eine Einheit mit dem Gehäuse aus. Es ist aber auch möglich, dass der Vorlagebehälter als separate Einheit ausgebildet ist, welche lösbar an dem Gehäuse des Querstromwärmetauschers angeordnet ist. Durch die lösbare Verbindung lässt sich der Vorlagebehälter vom Gehäuse entfernen und leicht reinigen.

[0024] Generell ist die Form der Lufteintritt- und/oder die Luftaustrittskammern an die Gehäuseform des Querstromwärmetauschers angepasst. Das Gehäuse des Querstromwärmetauscher ist vorzugsweise eckig ausgebildet und weist beispielsweise eine Rechteckform auf. Die Lufteintritt- und/oder die Luftaustrittskammer sind ebenfalls eckig ausgebildet und an die Gehäuseform des Querstromwärmetauschers angepasst. Es ist jedoch auch möglich, dass das Gehäuse eine zylindrische bzw. runde Form aufweist.

[0025] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Kammergehäuse der Lufteintrittskammer und der Luftaustrittskammer gleich ausgebildet. Dies bedeutet, dass an das Gehäuse des Querstromwärmetauschers sowohl auf der Lufteintrittsseite, als auch auf der Luftaustrittsseite stets das gleiche Kammergehäuse mit den gleichen Abmessungen montiert werden kann. Das Lochblech und das Sieb sind hierbei lösbar mit dem Kammergehäuse verbunden, so dass das Lochblech und/oder das Sieb entweder in das Kammergehäuse der Lufteintrittskammer und/oder der Luftaustrittskammer montiert werden können. Der erfindungsgemäße Querstromwärmetauscher ist somit modular aufgebaut.

[0026] Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Querstromwärmetauscher eine Prozesskammer mit der Form eines Kreisringquerschnitts bzw. eines Hohlzylinders auf. Der granulatförmige Stoff wird von oben in die kreisringförmige Prozesskammer eingeleitet und bewegt sich über den gesamten Umfang des Kreisrings nach unten. Der Gasstrom wird entweder von unten und/oder von oben in die (freie) Mitte des Kreisrings eingeleitet, wobei der Gasstrom den granulatförmigen Stoff von innen nach außen durchströmt. Auf der Lufteintrittsseite befindet sich ein kreisringförmiges Lochblech. Auf der Luftaustrittsseite befindet sich ein Spaltsieb. Das Lochblech und das Sieb sind beabstandet voneinander angeordnet und bilden die kreisförmige Prozesskammer aus.

[0027] Als weitere Variante ist es möglich, dass die Prozesskammer die Form eines Kreisringquerschnitts bzw. Hohlzylinders aufweist, wobei der Gasstrom die Prozesskammer von außen nach innen durchströmt. Auf der Lufteintrittsseite befindet sich ein kreisringförmiges Lochblech. Auf der Luftaustrittsseite befindet sich ein Spaltsieb.

[0028] Das Spaltsieb kann beispielsweise als Siebplatte, gebogenes Spaltsieb, Trommeln oder Zylinder ausgebildet sein.

[0029] Mit der Dossiervorrichtung bzw. den Dossiervorrichtungen findet eine Steuerung des granulatförmigen Stoffes statt, welcher sich innerhalb der Prozesskammer langsam von oben (Stoffeintritt) nach unten (Stoffaustritt) bewegt. Ziel ist es ein Festbett innerhalb der Prozesskammer zu erreichen. Hierbei sollte ein Luftkurzschluss verhindert werden, bei welchem die Luft innerhalb der Prozesskammer entgegen des Bewegungsrichtung des granulatförmigen Stoffes nach oben aufsteigt und dadurch die Bewegungsgeschwindigkeit der einzelnen Granulate verungleichmäßigt.

[0030] Die Dossiervorrichtung ist beispielsweise als Zellenradschleuse, Schieber, Dosierschnecke, Doppelklappe, Absperrung mittels Handrades, Haspelkette, elektropneumatische Absperrung oder dergleichen ausgebildet.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführungsform befindet sich eine Dossiervorrichtung auf der Stoffaustrittsseits des Querstromwärmetauschers. Mit der Dossiervorrichtung wird der kontinuierliche Betrieb des Querstromwärmetauscher gesteuert. Dies bedeutet, dass der granulatförmige Stoff in der Prozesskammer stets als ein

Festbett vorliegt, welches von dem Gasstrom bzw. Luftstrom durchströmt wird.

[0032] Bei einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform befinden sich jeweils eine Dossiervorrichtung auf der Stoffeintrittsseite und eine Dosiervorrichtung auf der Stoffaustrittsseite. Mit der oberen Dossiervorrichtung auf der Produkteintrittsseite kann die gleichförmige Befüllung des Vorlagebehälters geregelt werden. Gleichzeit kann auch ein Luftkurzschluss verhindert werden. Mit der unteren Dossiervorrichtung wird der Füllstand innerhalb des Vorlagebehälters geregelt. Vorzugsweise sind beide Dossierungsvorrichtungen (oben, unten) mit einer Steuerung verbunden und werden von dieser geregelt. Auf die obere Dossiervorrichtung kann verzichtet werden, wenn ein ausreihend vorhandenes Schüttgutbett oberhalb der Prozesskammer vorliegt.

[0033] Der Vorlagebehälter kann ferner einen Füllstandsmelder aufweisen, welcher den Füllstand des granulatförmigen Stoffes innerhalb des Vorlagebehälter misst und in Abhängigkeit hiervon die obere und/oder untere Dossiervorrichtung steuert.

[0034] Die Lufteintrittskammer ist über eine Rohrleitung mit einer Temperiervorrichtung verbunden. Die Wärmeenergie kann beispielsweise mittels Gasbrenner, Dampferzeuger oder Heißwasser mit Wärmetauscher oder elektrischem Heizregister erzeugt werden. Es kann auch die Abwärme von anderen Prozessschritten beispielsweise über einen Rekuperator genutzt werden.

[0035] Das temperierte Gas können als Heiz- oder Kühlgas ausgebildet sein. Das Gas kann beispielsweise Luft sein.

[0036] Unter einem Stoff wird generell ein grieß- und/oder granulatförmiger Stoff verstanden. Es ist hierbei durchaus möglich, dass der Stoff einen gewissen Anteil an Feuchtigkeit aufweist.

[0037] Der erfindungsgemäße Querstromwärmetauscher ist vorzugsweise Bestandteil einer verfahrenstechnischen Anlage. Beispielsweise kann der Querstromwärmetauscher mit einem Desodorierungssystem kombiniert werden, welches im kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Betrieb in einem thermischen Prozess flüchtige organische Verbindungen (VOC) aus den recycelten Kunststoffen entfernt. Dabei wird das Kunststoffgranulat zunächst auf die benötigte Prozesstemperatur erhitzt und anschließend für eine bestimmte Verweilzeit in einem Silo mit Luft durchspült. Die Luft nimmt dabei die flüchtigen Fremdstoffe auf. Die erwärmte Abluft kann als Prozesswärme innerhalb der verfahrenstechnischen Anlage wieder genutzt werden. Dadurch werden insbesondere Energiekosten eingespart.

[0038] Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

[0039] Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung, werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

[0040] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswegen darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

[0041] Es zeigen:

Figur 1: schematische Darstellung des Querstromwärmetauschers

Figur 2: schematische Seitenansicht des Querstromwärmetauschers

Figur 3: Explosivdarstellung des Querstromwärmetauschers

Figur 4: Explosivdarstellung des Querstromwärmetauschers in der Draufsicht

Figur 5: Explosivdarstellung des Querstromwärmetauschers mit Verstärkungen

Figur 6: schematische Darstellung des Querstromwärmetauschers innerhalb einer verfahrenstechnischen Anlage

Figur 7: Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform des Querstromwärmetauschers

[0042] Mit der Figur 1 wird der Querstromwärmetauscher 1 dargestellt. Der Querstromwärmetauscher 1 besteht aus einem Gehäuse 4, an welches jeweils eine Lufteintrittskammer 7, sowie eine Luftaustrittskammer 8 angeordnet ist. Im Gehäuse 4 befindet sich die Prozesskammer 5. Das Gehäuse 4 ist rechteckig und weist einen Freiraum 27 auf, durch welchen das Gas 19 strömt. Oberhalb des Gehäuses 4 befindet sich im Bereich des Stoffeintritts 25 ein Vorlagebehälter 2, welcher einen Stoff 18 aus einer Förderleitung 14 (siehe Figur 6) erhält. Der Vorlagebehälter 2 ist konisch ausgebildet, wodurch sich der Stoff 18 leicht in Richtung der Prozesskammer 5 bewegt. Gleichzeitig wird durch die konische Form des Vorlagebehälter 2 die Gefahr eines Kurzluftschlusses reduziert.

[0043] Auf der gegenüberliegenden Seite des Gehäuses 4 befindet sich der Stoffaustritt 26, über welchen der Stoff 18 aus dem Querstromwärmetauscher 1 ausgeleitet wird. Der Vorlagebehälter 2 dient als Vorratsbehälter für den Querstromwärmetauscher 1 und sorgt dafür, dass sich stets eine ausreichende Menge des Stoffes 18 in der Prozesskammer 5 befindet.

[0044] Das Gehäuse 4 des Querstromwärmetauschers 1 bildet die Basis für die beiden Lufteintritt- und Luftaustrittskammern 7, 8, welche lösbar am Gehäuse 4 angeordnet sind. Das Kammergehäuse 13 der Luftein-

tritt- und Luftaustrittskammer 7, 8 ist identisch ausgebildet. Auf der Lufteintrittsseite 16 weist die Lufteintrittskammer 7 einen Stutzen 23 für den Anschluss einer Rohrleitung 6 auf. Über die Rohrleitung 6 wird das temperierte Gas 19 in das Kammergehäuse 13 der Lufteintrittskammer 7 eingeleitet. Auf der Luftaustrittsseite 17 weist die Luftaustrittskammer 8 einen Stutzen 24 für den Anschluss einer Rohrleitung 22 auf. Über die Rohrleitung 22 wird das Gas 19 aus dem Kammergehäuse 13 der Lufteintrittskammer 8 ausgeleitet.

[0045] Figur 2 zeigt den Querstromwärmetauscher 1 mit einer Seitenansicht. Der Querstromwärmetauscher 1 ist relativ kompakt und einfach aufgebaut. Auf der Lufteintrittsseite 16 befindet sich eine Lufteintrittskammer 7 mit nur einem Stutzen 23. Auf der Lufteintrittsseite 17 befindet sich eine Lufteintrittskammer 8 mit ebenfalls nur einem Stutzen 24.

[0046] Figur 3 zeigt den Querstromwärmetauscher 1 mit einer Explosionsdarstellung. Der Querstromwärmetauscher 1 besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse 4, einer Lufteintrittskammer 7 und einer Luftaustrittskammer 8. Oberhalb des Gehäuses 4 ist ein Vorlagebehälter 2 vorhanden.

[0047] Die Lufteintrittskammer 7 besteht aus einem Kammergehäuse 13, in welches ein Lochblech 9 eingesetzt wird. Die Luftaustrittskammer 8 besteht ebenfalls aus einem Kammergehäuse 13, in welches ein Sieb 10 eingesetzt wird. Das Lochblech 9 und das Sieb 10 sind lösbar mit den Kammergehäusen 13 verbunden.

[0048] Die Kammergehäuse 13 der Lufteintrittskammer 7 und der Luftaustrittskammer 8 sind vorzugsweise identisch ausgebildet, wodurch der Aufbau des Querstromwärmetauscher 1 relativ einfach ist und kostengünstig hergestellt werden kann. Die Kammergehäuse 13, 13' 13" sind kastenförmig ausgebildet und können dadurch ein gewisses Volumen des Gas 19 bzw. des Gasstromes 20 aufnehmen. Das Lochblech 9 und das Sieb 10 schließend jeweils einseitig des Kammergehäuse 13, 13,', 13" ab. Im zusammengebauten Zustand ist der Kammergehäuse 13, 13', 13" geschlossen, wobei der Gasstrom 20 nur noch durch die Öffnungen des Lochbleches 9 aus dem Kammergehäuse 13, 13' ausströmen und durch die Spalte des Siebes 10 in das Kammergehäuse 13, 13" einströmen kann.

[0049] Im zusammengebauten Zustand ist das Lochblech 9 und das Sieb 10 beabstandet voneinander angeordnet und bilden in dem Zwischenraum die Prozesskammer 5 für den Stoff 18 aus.

[0050] Gemäß der Figur 3 ist das Sieb 10 als Spaltsieb ausgebildet. Die Öffnungen des Spaltsiebes 10 sind hierbei so ausgestaltet, dass der Stoff 18 zurückgehalten wird und Gas 19 mit einem Gasstrom 20 durchströmen kann.

[0051] Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf den Querstromwärmetauscher 1. Auf der Lufteintrittsseite 16 befindet sich die Lufteintrittskammer 7 mit dem Lochblech 9. Auf der Luftaustrittsseite 8 befindet sich die Luftaustrittskammer 8 mit dem Sieb 10. Beide Bauteile 7, 8 werden an das Gehäuse 4 montiert und bilden die Prozesskammer 5 aus.

[0052] Mit der Figur 5 werden die einzelnen Komponenten des Querstromwärmetauschers 1, sowie der Gasstrom 20 des Gases 19 innerhalb des Querstromwärmetauschers 1 dargestellt.

[0053] Das Gasstrom 20 wird auf der Lufteintrittsseite 16 in das Kammergehäuse 13' eingeleitet und trifft dort auf das Lochblech 9. Das Lochblech 9 ist dergestalt ausgebildet, dass sich der Gasstrom 20 innerhalb des Kammergehäuses 13' rückstaut, wodurch eine homogene Verteilung des Gasstromes 20 bewirkt wird. Der Gasstrom 20 wird somit in dem Kammergehäuse 13'verteilt und über die gesamte Höhe der Prozesskammer 5 abgegeben. Durch das Verteilen des Gasstromes 20 auf der Lufteintrittsseite 16 wird eine gleichmäßige Durchströmung der Prozesskammer 5 des Querstromwärmetauschers 1 erreicht. Die Bewegung des Stoffes 18 von oben nach unten innerhalb der Prozesskammer 5 wird somit nicht von dem Gasstrom 20 gestört. Dadurch wird stets ein Festbett aufrechterhalten.

[0054] Auf der gegenüberliegenden Luftaustrittsseite 17 befindet sich das die Luftaustrittskammer 8 mit dem Kammergehäuse 13" und dem Sieb 10. Nach dem Durchströmen des Gases 19 durch die Prozesskammer 5 trifft der Gasstrom 20 zunächst auf das Sieb 10, welches das Gas 19 vom Stoff 18 trennt. Der Gasstrom 20 wird danach von dem Kammergehäuse 13" zusammengeführt und durch eine Rohrleitung 22 ausgeleitet. Die Kammergehäuse 13, 13',13" wirken demnach als Verteilelement bzw. Auffangelement für das temperierte Gas 19.

[0055] Gemäß der Figur 5 weist das Gehäuse 4 des Querstromwärmetauscher 1 zahlreiche Verstärkungen 21 auf. Die Verstärkungen 21 dienen als Stützen bzw. Haltevorrichtungen für das Lochblech 9 bzw. das Sieb 10.

[0056] Figur 6 zeigt den erfindungsgemäßen Querstromwärmetauscher 1 innerhalb einer verfahrenstechnischen Anlage. Der Querstromwärmetauscher 1 weist im Bereich des Stoffeintritts 25 eine erste Dosiervorrichtung 3 auf, mit welcher ein gleichmäßiges Befüllen des Vorlagebehälters 2 mit dem Stoff 18 über die Rohrleitung 14 kontrolliert wird. Auf der gegenüberliegenden Stoffaustrittsseite 26 befindet sich eine zweite Dosiervorrichtung 11, mit welcher die Bewegung des Festbetts innerhalb der Prozesskammer 5 gesteuert und der Füllstand im Vorlagebehälter 2 kontrolliert werden.

[0057] Der Querstromwärmetauscher 1 weist auf der Lufteintrittsseite 16 eine Rohrleitung 6 auf, mit welcher ein temperiertes Gas 19 mit einem Gasstrom 20 in die Lufteintrittskammer 7 eingeleitet wird. Auf der gegenüberliegenden Luftaustrittseite 17 wird der Gasstrom 20 über eine Rohrleitung 22 ausgeleitet.

[0058] Mit der Figur 7 wird eine weitere Ausführungsform des Querstromwärmeträgers 1 gezeigt. Der Querstromwärmeträger 1 weist ein rundes Gehäuse 4 auf. Im Gehäuse 4 befindet sich die Prozesskammer 5. Das

Lochblech 9 und das Sieb 10 sind beabstandet voneinander angeordnet und bilden zwischen sich die Prozesskammer 5, durch welche sich der Stoff 18 in Pfeilrichtung 12 bewegt. Das Lochblech 9 und das Sieb 10 weisen somit eine hohlzylindrische Form auf, wobei sich der Stoff 18 durch den Zwischenraum bewegt. Unter einem Hohlzylinder bzw. einer hohlzylindrischen Form wird eine Form verstanden, bei welcher aus einem Zylinder ein kleinerer Zylinder herausgeschnitten wird. Der kleinere, herausgeschnittene Zylinder bildet dann den Freiraum 27.

[0059] In der Mitte des Hohlzylinders ist der Freiraum 27, welcher die Lufteintrittsseite 16 bildet. Das temperierte Gas 19 wird mit einem Gasstrom 20 in den Freiraum eingeleitet, durchströmt das Lochblech 9, die Prozesskammer 5, sowie das Sieb 10 und wird auf der Luftaustrittsseite 17 wieder aus dem Querstromwärmetauscher 1 ausgeleitet.

Zeichnungslegende

[0060]

1. Querstromwärmetauscher
2. Vorlagebehälter
3. Dossiervorrichtung (oben)
4. Gehäuse
5. Prozesskammer
6. Rohrleitung von 16
7. Lufteintrittskammer
8. Luftaustrittskammer
9. Lochblech
10. Sieb
11. Dossiervorrichtung (unten)
12. Pfeilrichtung
13. Kammergehäuse von 7, 8
14. Förderleitung
15. Förderleitung
16. Lufteintrittsseite
17. Luftaustrittseite
18. Stoff
20. Gas
21. Verstärkung
22. Rohrleitung von 17
23. Stutzen von 16
24. Stutzen von 17
25. Stoffeintritt
26. Stoffaustritt
27. Freiraum

Patentansprüche

1. Querstromwärmetauscher (1) zur thermischen Behandlung von grieß- und/oder granulatförmigen Stoffen (18) bestehend aus einem Gehäuse (4) mit einem oberen Stoffeintritt (25), einer Prozesskammer (5), durch welche sich der Stoff (18) bewegt und einem unteren Stoffaustritt (26), wobei ausgehend von einer Lufteintrittsseite (16) die Prozesskammer (5) mit einem temperierten Gas (19) in Richtung einer Luftaustrittsseite (17) durchströmbar ist, wobei der Querstromwärmetauscher (1) auf der Lufteintrittsseite (16) eine Lufteintrittskammer (7) mit einem Kammergehäuse (13, 13') aufweist, welches einseitig mit einem Lochblech (9) abgeschlossen ist, und auf der Luftaustrittsseite (17) eine Luftaustrittskammer (8) mit einem Kammergehäuse (13, 13") aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kammergehäuse (13, 13") der Luftaustrittskammer (8) einseitig mit einem Sieb (10) abgeschlossen ist und dass das Sieb (10) als Spaltsieb ausgebildet ist.

2. Querstromwärmetauscher (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lufteintrittskammer (7) und die Luftaustrittskammer (8) lösbar mit dem Querstromwärmetauscher (1) verbunden sind.

3. Querstromwärmetauscher (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lochblech (9) und/oder das Sieb (10) lösbar mit dem Kammergehäuse (13, 13', 13") verbunden sind.

4. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammergehäuse (13, 13', 13") durch das Lochblech (9) oder das Sieb (10) abgeschlossen sind, wobei das Gas (19) durch Öffnungen des Lochbleches (9) aus dem Kammergehäuse (13, 13') der Lufteintrittskammer (7) ausströmt und durch Spalte des Siebes (10) in das Kammergehäuse (13, 13") der Luftaustrittskammer (8) einströmt.

5. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spaltsieb als Siebplatte, gebogenes Spaltsieb Trommel oder Zylinder ausgebildet ist.

6. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lochblech (9) und das Sieb (10) beabstandet voneinander am Gehäuse (4) angeordnet sind und zwischen sich die Prozesskammer (5) bilden, durch welche sich der Stoff (18) als Festbett bewegt.

7. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querstromwärmetauscher (1) im Bereich des Stoffeintritts (25) einen Vorlagebehälter (2) als Vorratsbehälter für den Stoff (18) aufweist.

8. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querstromwärmetauscher (1) im Bereich des Stoffaustritts (26) eine Dossiervorrichtung (11) aufweist.

9. Querstromwärmetauscher (1) nach dem Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dossiervorrichtung (11) als Zellenradschleuse ausgebildet ist.

10. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querstromwärmetauscher (1) im Bereich des Stoffeintritts (25) eine Dossiervorrichtung (3) und im Bereich des Stoffaustritts (26) eine Dossiervorrichtung (11) aufweist, wobei eine Steuerung die beiden Dossiervorrichtungen (3, 11) dergestalt steuert, dass der Stoff (18) in der Prozesskammer (5) stets als Festbett vorliegt.

11. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Füllstandmesser den Füllstand des Stoffes (18) im Vorlagebehälter (2) misst, wobei eine Steuerung in Abhängigkeit von dem Füllstand mindestens eine Dossiervorrichtung (3, 11) steuert.

12. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kammergehäuse (13, 13', 13") ein Kammervolumen zur Aufnahme einer bestimmten Menge des temperierten Gases (19) aufweist.

13. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lochblech (9) eine homogene Verteilung des Gases (19) innerhalb des Kammergehäuses (13, 13') der Lufteintrittskammer bewirkt und dadurch das Gas (19) mit einem gleichmäßigen Gasstrom (20) durch die Prozesskammer (5) strömt.

14. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lochblech (9) und das Sieb (10) eine eckige oder runde Form aufweisen.

15. Querstromwärmetauscher (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Lochblech (9) und das Sieb (10) die Form eines Hohlzylinders aufweisen, wobei das Lochblech (9) und das Sieb (10) beabstandet voneinander angeordnet sind und zwischen sich die Prozesskammer (5) bilden und dass der Gasstrom (20) des Gases (19) ausgehend von der Mitte des Hohlzylinders durch das Lochblech (9), den Stoff (18), sowie das Sieb (10) strömt.

Claims

1. Cross-flow heat exchanger (1) for thermal treatment of materials (18) in the form of grit and/or granules, consisting of a housing (4) with an upper material inlet (25), a process chamber (5), through which the material (18) is moved and a lower material outlet (26), wherein starting from an air-inlet side (16), a temperature-controlled gas (19) can flow through the process chamber (5) in the direction of an air-outlet side (17), wherein the cross-flow heat exchanger (1) on the air-inlet side (16) has an air-inlet chamber (7) with a chamber housing (13, 13'), which is closed on one side by a perforated plate (9), and on the air-outlet side (17) has an air-outlet chamber (8) with a chamber housing (13, 13"), **characterised in that** the chamber housing (13, 13") of the air-outlet chamber (8) is closed on one side by a screen (10) and **in that** the screen (10) is configured as a bar screen.

2. Cross-flow heat exchanger (1) according to claim 1, **characterised in that** the air-inlet chamber (7) and the air-outlet chamber (8) are connected detachably to the cross-flow heat exchanger (1).

3. Cross-flow heat exchanger (1) according to claim 1 or 2, **characterised in that** the perforated plate (9) and/or the screen (10) are connected detachably to the chamber housing (13, 13', 13").

4. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the chamber housings (13, 13', 13") are closed by the perforated plate (9) or the screen (10), wherein the gas (19) flows out from the chamber housing (13, 13') of the air-inlet chamber (7) through openings in the perforated plate (9) and flows into the chamber housing (13, 13") of the air-outlet chamber (8) through bars of the screen (10).

5. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the bar screen is configured as a screen plate, curved bar screen, drum or cylinder.

6. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** the perforated plate (9) and the screen (10) are arranged to be spaced from one another on the housing (4) and between them form the process chamber (5), through which the material (18) is moved as a fixed bed.

7. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the cross-flow heat exchanger (1) has in the region of the material inlet (25) a receiver container (2) as the storage container for the material (18).

8. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** the cross-flow heat exchanger (1) has in the region of the material outlet (26) a dosing device (11).

9. Cross-flow heat exchanger (1) according to claim 8, **characterised in that** the dosing device (11) is configured as a rotary-vane feeder.

10. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 9, **characterised in that** the cross-flow heat exchanger (1) has in the region of the material inlet (25) a dosing device (3) and in the region of the material outlet (26) a dosing device (11), wherein a control controls the two dosing devices (3, 11) in such a way that the material (18) in the process chamber (5) is always present as a fixed bed.

11. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 7 to 10, **characterised in that** a level indicator measures the level of the material (18) in the receiver container (2), wherein a control controls at least one dosing device (3, 11) as a function of the level.

12. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 8 to 11, **characterised in that** the chamber housing (13, 13', 13") has a chamber volume to receive a certain quantity of the temperature-controlled gas (19).

13. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 12, **characterised in that** the perforated plate (9) causes homogeneous distribution of the gas (19) within the chamber housing (13, 13') of the air-inlet chamber and hence the gas (19) flows through the process chamber (5) with a uniform gas stream (20).

14. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 13, **characterised in that** the perforated plate (9) and the screen (10) have a rectangular or round shape.

15. Cross-flow heat exchanger (1) according to one of claims 1 to 4 and 6 to 13, **characterised in that** the perforated plate (9) and the screen (10) have the shape of a hollow cylinder, wherein the perforated plate (9) and the screen (10) are arranged to be spaced from one another and between them form the process chamber (5) and **in that** the gas stream (20) of the gas (19), starting from the centre of the hollow cylinder, flows through the perforated plate (9), the material (18), and the screen (10).

Revendications

1. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) pour le traitement thermique de matériaux en forme de gravillons et/ou de granulats (18) constitué d'un boîtier (4) présentant une entrée de matériau supérieure (25), d'une chambre de traitement (5) à travers laquelle se déplace le matériau (18) et d'une sortie de matériau inférieure (26), dans lequel la chambre de traitement (5) peut être traversée par un gaz tempéré (19) en direction d'un côté de sortie d'air (17) à partir d'un côté d'entrée d'air (16), dans lequel l'échangeur de chaleur à flux croisés (1) présente du côté d'entrée d'air (16) une chambre d'entrée d'air (7) comprenant un boîtier de chambre (13, 13") qui est fermé d'un côté par une tôle perforée (9) et présente du côté de sortie d'air (17) une chambre de sortie d'air (8) comprenant un boîtier de chambre (13, 13"), **caractérisé en ce que** le boîtier de chambre (13, 13") de la chambre de sortie d'air (8) est fermé d'un côté par un tamis (10) et que le tamis (10) est conformé en tamis fendu.

2. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la chambre d'entrée d'air (7) et la chambre de sortie d'air (8) sont reliées de manière amovible à l'échangeur de chaleur à flux croisés (1).

3. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la tôle perforée (9) et/ou le tamis (10) sont reliés de manière amovible au boîtier de chambre (13, 13', 13").

4. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les boîtiers de chambre (13, 13', 13") sont fermés par la tôle perforée (9) ou le tamis (10), dans lequel le gaz (19) s'échappe du boîtier de chambre (13, 13") de la chambre d'entrée d'air (7) par des ouvertures de la tôle perforée (9) et traverse des fentes du tamis (10) dans le boîtier de chambre (13, 13") de la chambre de sortie d'air (8).

5. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le tamis fendu est conformé en plaque de tamisage, tamis fendu courbe, tambour ou cylindre.

6. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la tôle perforée (9) et le tamis (10) sont disposés de manière écartée l'un de l'autre sur le boîtier (4) et forment entre eux la chambre de traitement (5) à travers laquelle le matériau (18) se déplace en tant que lit fixe.

7. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur à flux croisés (1) présente dans la zone de l'entrée de matériau (25) un récipient de réserve (2) servant de réservoir de stockage pour le matériau (18).

8. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que**

l'échangeur de chaleur à flux croisés (1) présente un dispositif de dosage (11) dans la zone de la sortie de matériau (26).

9. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le dispositif de dosage (11) est conformé en vanne rotative.

10. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'échangeur de chaleur à flux croisés (1) présente un dispositif de dosage (3) dans la zone d'entrée de matériau (25) et un dispositif de dosage (11) dans la zone de sortie de matériau (26), dans lequel une commande commande les deux dispositifs de dosage (3, 11) de telle sorte que le matériau (18) soit toujours présent dans la chambre de traitement (5) sous forme de lit fixe.

11. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce qu'un** indicateur de niveau mesure le niveau de remplissage du matériau (18) dans le récipient de réserve (2), dans lequel une commande commande au moins un dispositif de dosage (3, 11) en fonction du niveau de remplissage.

12. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 8 à 11, **caractérisé en ce que** le boîtier de chambre (13, 13', 13") présente un volume de chambre pour recevoir une certaine quantité du gaz tempéré (19).

13. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que** la tôle perforée (9) entraîne une répartition homogène du gaz (19) à l'intérieur du boîtier de chambre (13, 13') de la chambre d'entrée d'air et par conséquent le gaz (19) circule avec un flux de gaz régulier (20) à travers la chambre de traitement (5).

14. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** la tôle perforée (9) et le tamis (10) présentent une forme carrée ou ronde.

15. Échangeur de chaleur à flux croisés (1) selon l'une des revendications 1 à 4 et 6 à 13, **caractérisé en ce que** la tôle perforée (9) et le tamis (10) présentent la forme d'un cylindre creux, dans lequel la tôle perforée (9) et le tamis (10) sont disposés de manière écartée l'un de l'autre et forment entre eux la chambre de traitement (5), et que le flux de gaz (20) du gaz (19) traverse la tôle perforée (9), le matériau (18) ainsi que le tamis (10) en partant du centre du cylindre creux.

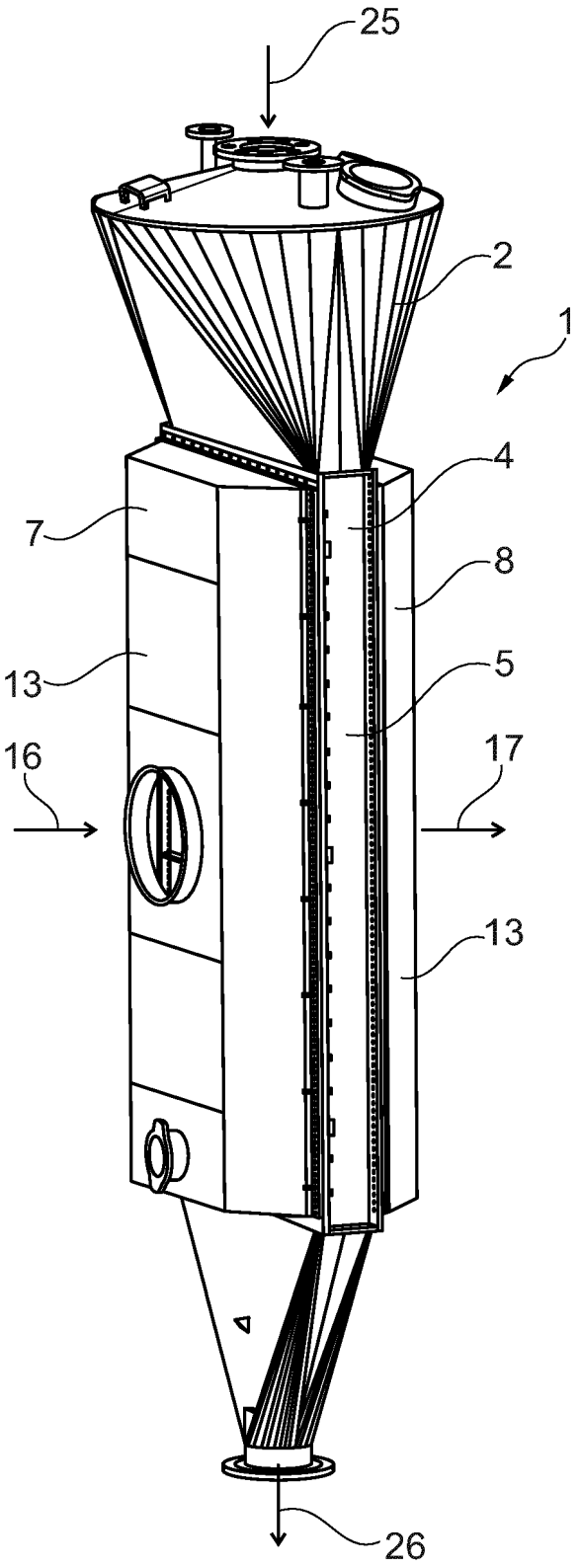


Fig. 1

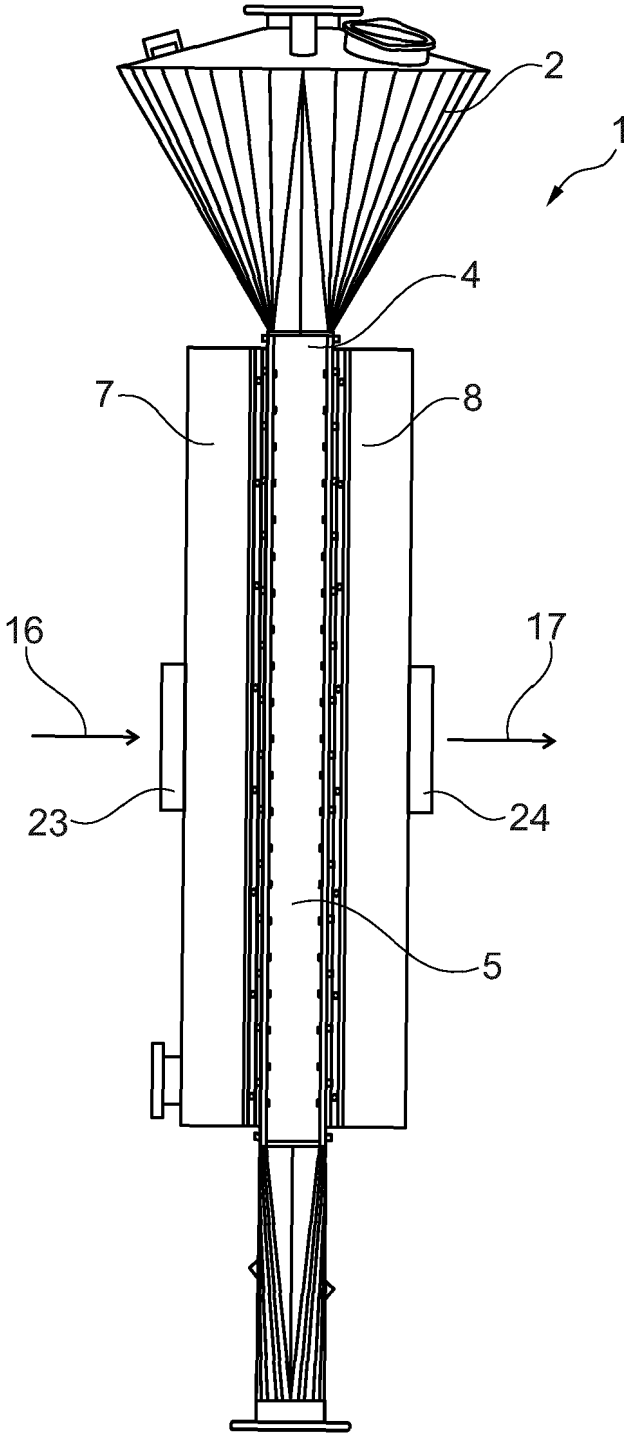


Fig. 2

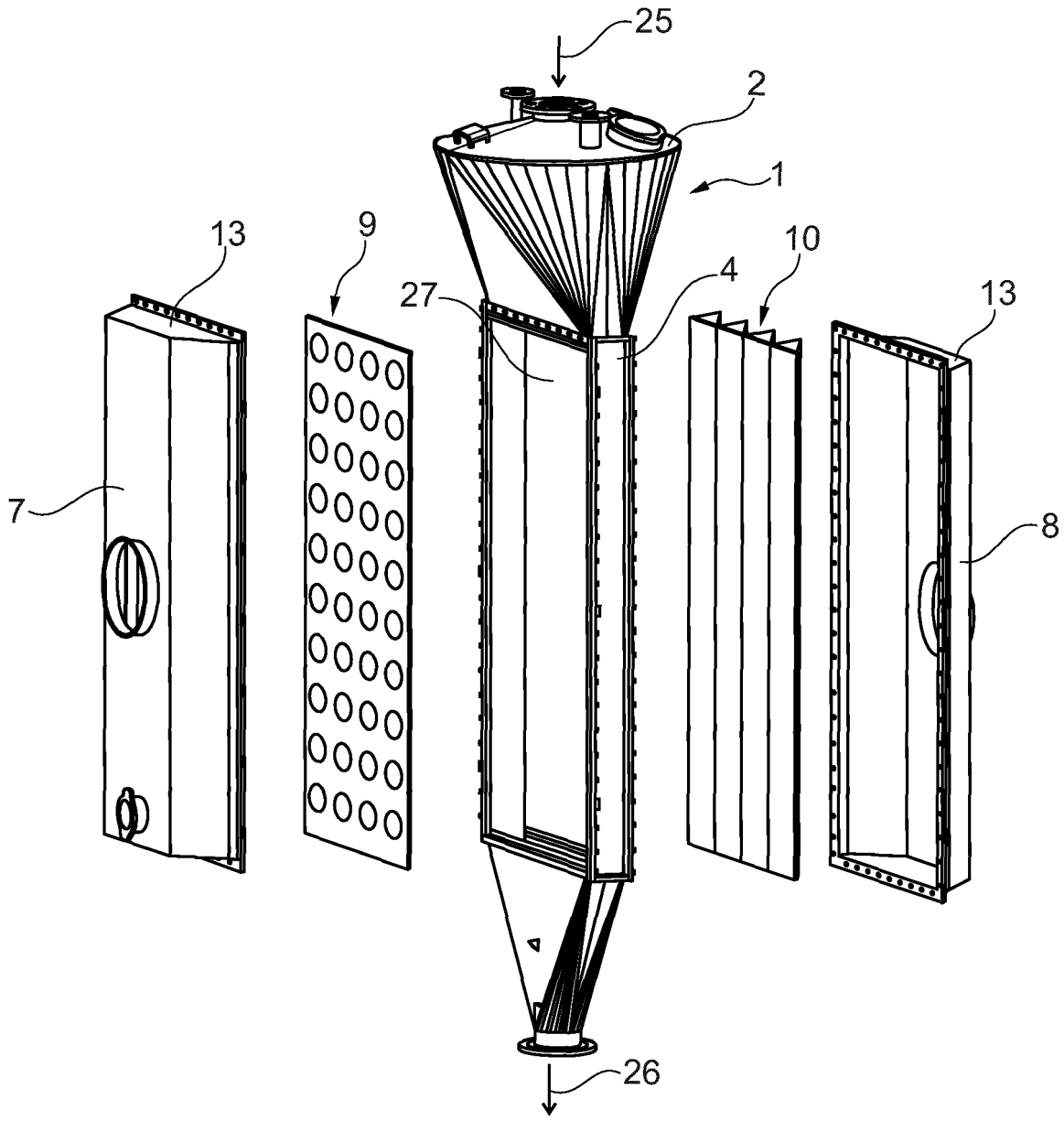


Fig. 3

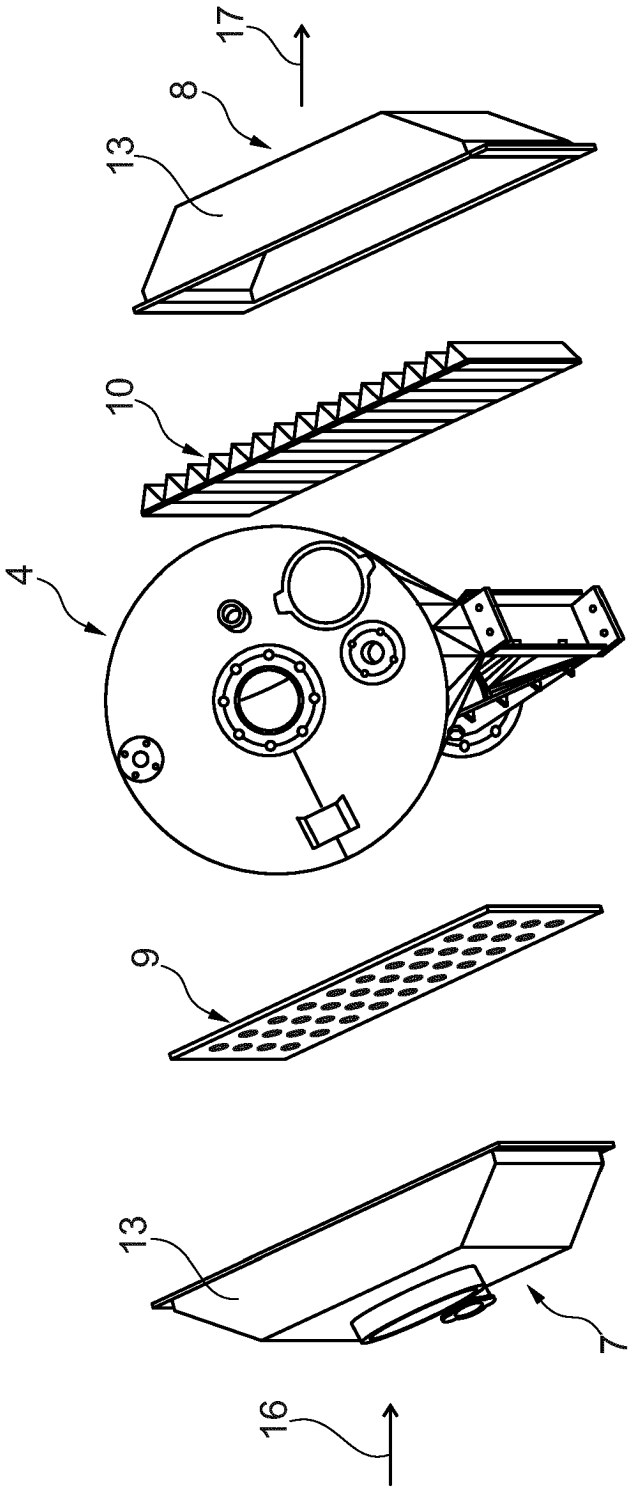


Fig. 4

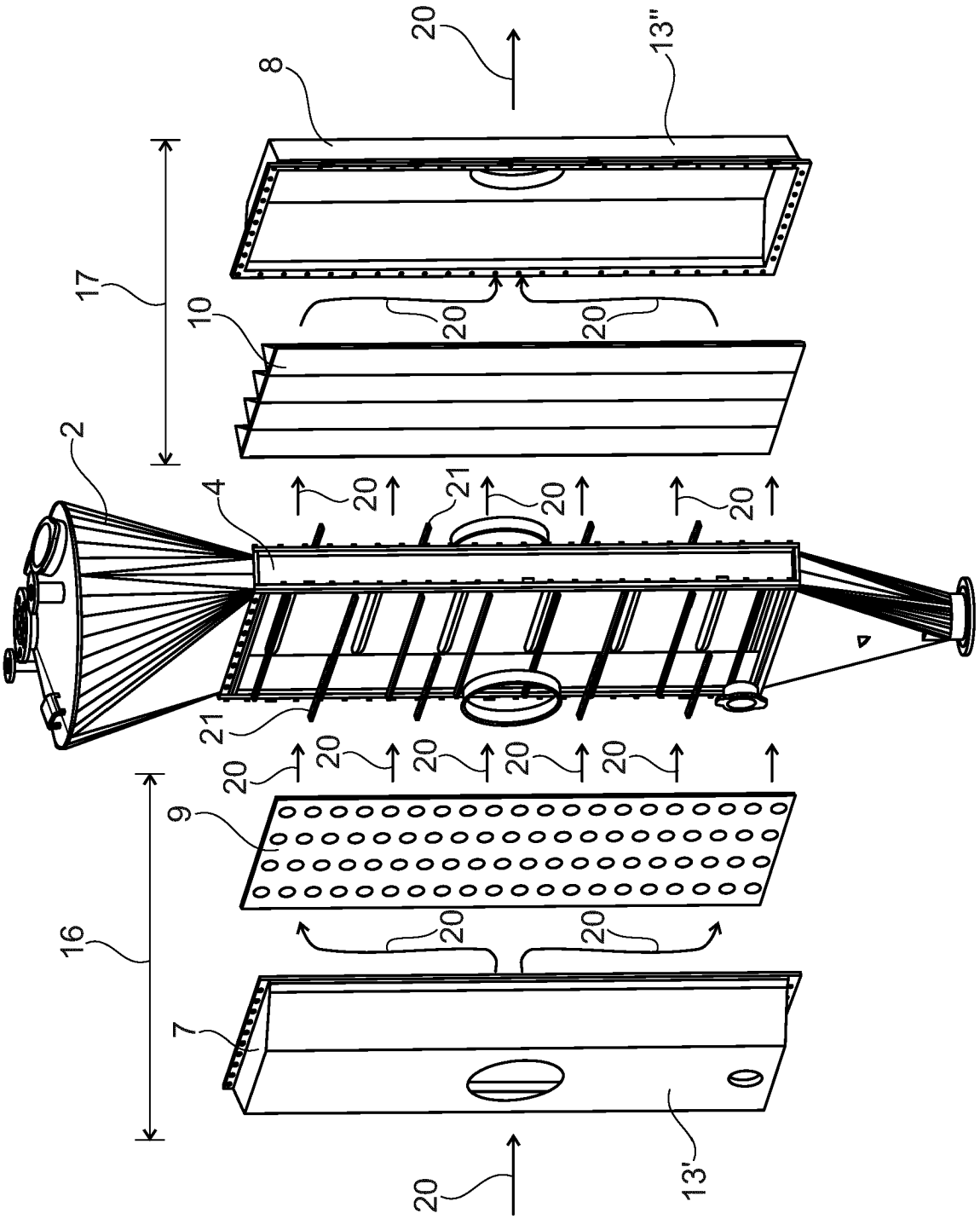


Fig. 5

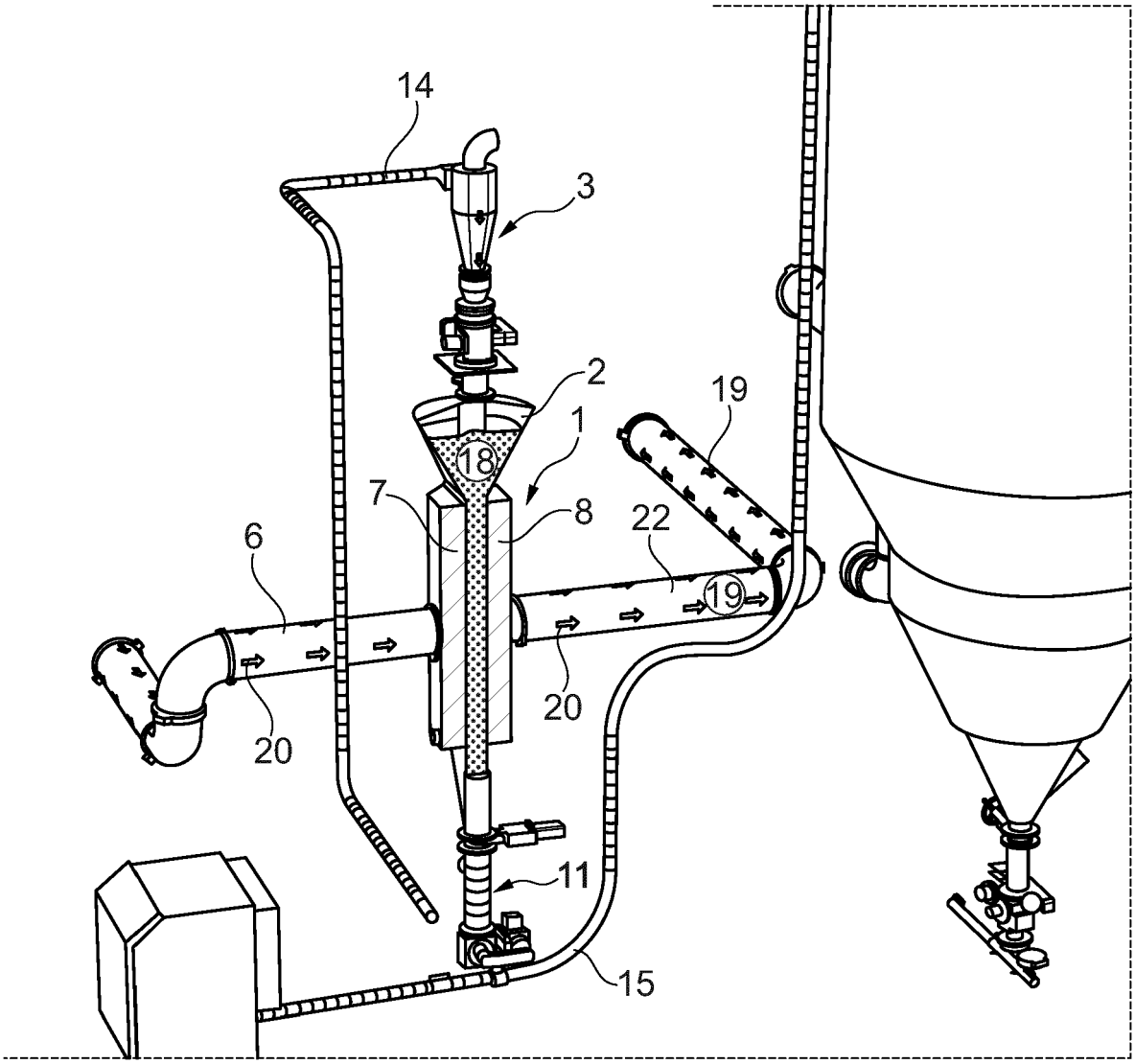


Fig. 6

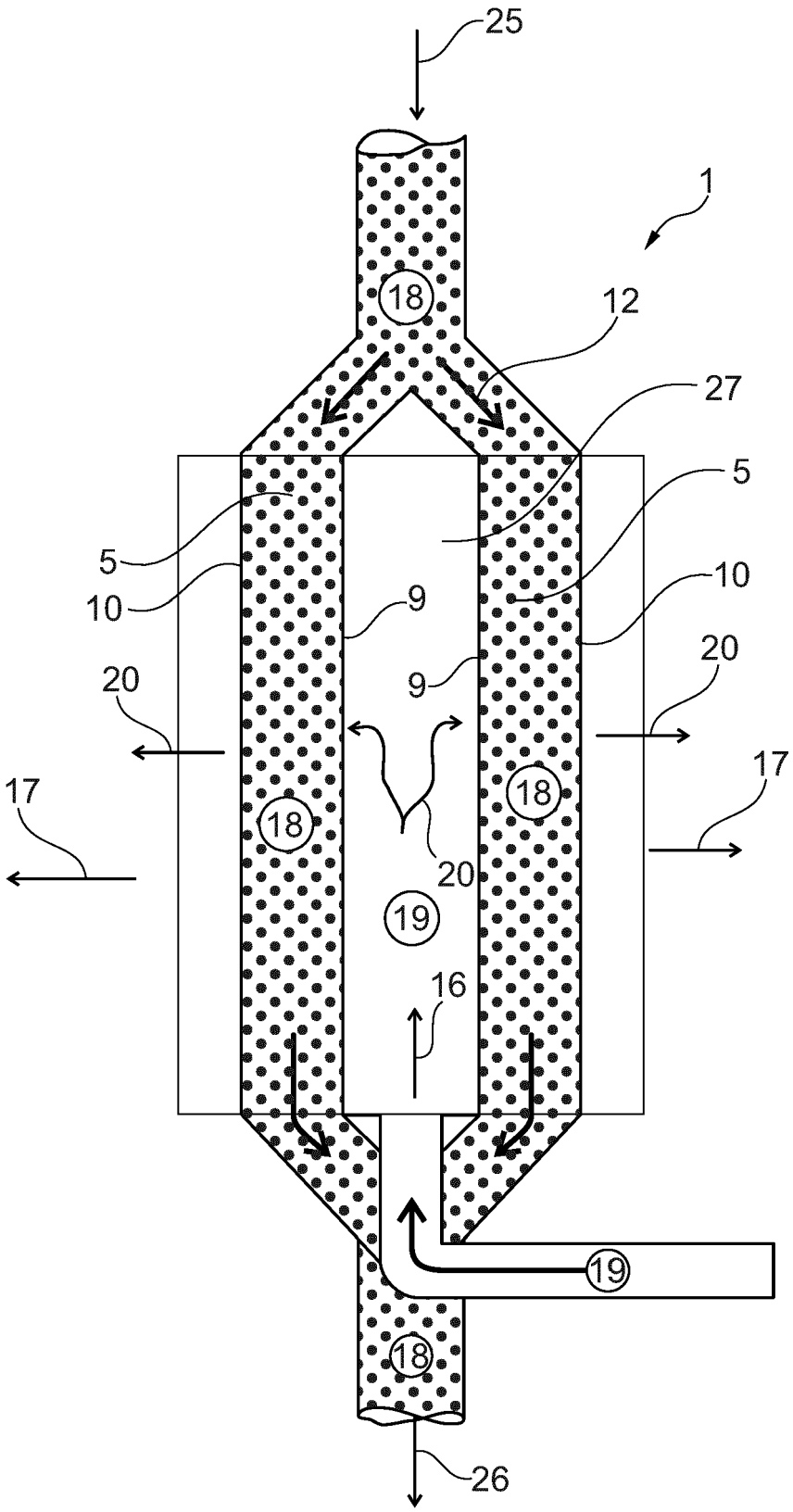


Fig. 7

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 1019663 A1 **[0005]**
- US 4424634 A **[0007]**