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

(11) **EP 2 835 607 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.10.2017 Patentblatt 2017/42

(21) Anmeldenummer: **14179032.9**

(22) Anmeldetag: **30.07.2014**

(51) Int Cl.:
F26B 9/06 *(2006.01)* ***F26B 9/10*** *(2006.01)*
F26B 21/00 *(2006.01)*

(54) **Vorrichtung zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse sowie Biomassevergasungsanlage**

Device for drying bulk biomass and biomass gasification system

Dispositif de séchage de biomasse en vrac et installation de gazéification de biomasse

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

(30) Priorität: **06.08.2013 DE 102013215429**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.02.2015 Patentblatt 2015/07

(73) Patentinhaber: **Schätzl, Walter**
94110 Wegscheid (DE)

(72) Erfinder: **Schätzl, Walter**
94110 Wegscheid (DE)

(74) Vertreter: **Lichtnecker, Markus Christoph**
Lichtnecker & Lichtnecker
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Im Schloßpark Gern 2
DE-84307 Eggenfelden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 2 613 452
US-A- 3 040 443
US-A- 4 050 163

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 2 835 607 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse sowie eine Biomassevergasungsanlage.

[0002] Biomassevergasungsanlagen, wie beispielsweise Holzvergasungsanlagen, sind seit Ende des 19. Jahrhunderts bekannt. Moderne Holzvergasungsanlagen umfassen einen Vergaser zum Erzeugen von Brenngas aus Holz, insbesondere Hackschnitzeln. Das Holz wird durch eine Verschwelung mit Luft in das Brenngas, insbesondere Kohlenmonoxid und Methan, umgewandelt. Ferner umfassen solche Holzvergasungsanlagen ein Blockheizkraftwerk. Dieses erzeugt unter Verbrennung des Brenngases beispielsweise in einem Verbrennungsmotor elektrische Energie und Wärme. Durch Nutzung beider Energieformen können solche Holzvergasungsanlagen einen hohen Wirkungsgrad, beispielsweise von über 80 %, aufweisen.

[0003] Im Hinblick auf einen hohen Wirkungsgrad hat es sich als günstig herausgestellt, dem Vergaser möglichst trockene Biomasse, beispielsweisemit einer Restfeuchte < 10%, zuzuführen. Daher ist es bekannt geworden, das Holz, insbesondere die Hackschnitzel, zu trocknen, bevor diese dem Vergaser zugeführt werden.

[0004] Die US 3,040,443 A beschreibt eine Vorrichtung zum Trocknen von Getreide. Die Vorrichtung umfasst mehrere Kammern, deren Seitenwände Öffnungen aufweisen. Durch die Öffnungen strömt heiße Luft zum Trocknen des Getreides.

[0005] Die US 2,613,452 A beschreibt ebenfalls eine Vorrichtung zum Trocknen von Getreide. Die Vorrichtung umfasst einen Vorratsbehälter, durch den ein Kanal geführt ist, der mit heißer Luft zum Trocknen des Getreides beaufschlagt wird.

[0006] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Vorrichtung zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse bereitzustellen.

[0007] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse, insbesondere von Hackschnitzeln, mit einem Behälter und einem Kanal. Der Kanal erstreckt sich innerhalb des Behälters und unterteilt diesen in zwei Kammern zur Aufnahme der Biomasse. Seitenwände des Kanals weisen Öffnungen auf, mittels welcher einer jeweiligen Kammer ein Trocknungsgas zum Trocknen der darin aufgenommenen Biomasse zuführbar ist, wobei eine jeweilige Kammer von jeweils einer Seitenwand des Behälters begrenzt ist, wobei die Seitenwände Öffnungen aufweisen, mittels welcher das Trocknungsgas aus einer jeweiligen Kammer herausführbar ist, wobei eine jeweilige Seitenwand des Behälters zumindest zwei Z-förmige Wandelemente aufweist, welche jeweils einen oberen und einen unteren Abschnitt sowie einen diese verbindenden Abschnitt aufweisen und wobei der obere Abschnitt eines Z-förmigen Wandelements gegen den unteren Abschnitt des anderen Z-förmigen Wandelements anliegt und Öffnungen in diesen Abschnitten zum Bilden einer jeweiligen Öffnung in der entsprechenden Seitenwand miteinander fluchten.

[0008] Dadurch, dass das Trocknungsgas seitlich in eine jeweilige Kammer einströmt, wird ein Staubaustrag aus der Vorrichtung reduziert. Strömt nämlich das Trocknungsgas von unten in die Kammer ein, so reißt es auf seinem Weg nach oben insbesondere an Hackschnitzeln haftenden Staub mit und trägt diesen nach oben aus der Vorrichtung aus, was nicht zuletzt in dem schnellen Aufsteigen heißer Gase begründet ist. Wird eine jeweilige Kammer dagegen seitlich, das heißt horizontal, durchströmt, so ist die Strömungsgeschwindigkeit des Trocknungsgases in dieser Richtung langsamer, so dass weniger Staub aus der Vorrichtung ausgetragen wird. Außerdem bleibt das Trocknungsgas aufgrund seiner langsameren Strömungsgeschwindigkeit mit der Biomasse länger in Kontakt und verbessert so die Trocknung. Mit anderen Worten wird eine höhere Feuchtigkeitssättigung der Trocknungsluft erreicht.

[0009] Außerdem kann die Biomasse mittels der seitlichen Öffnungen gleichmäßig getrocknet werden.

[0010] Der Behälter kann beispielsweise vier Seitenwände aufweisen, welche in einer Draufsicht rechteckig angeordnet sind. Ferner kann der Behälter einen rechteckigen Boden aufweisen, welcher den von den Seitenwänden umschlossenen Raum nach unten hin - gegebenenfalls ausgenommen eines Schlitzes zum Herausführen getrockneter Biomasse - verschließt. Weiterhin kann der Behälter einen Deckel aufweisen, welcher den genannten Innenraum nach oben hin verschließt. Die Seitenwände, der Boden und/oder der Deckel können als Blechteile gefertigt sein. Der Behälter kann einen trapezförmigen Querschnitt aufweisen.

[0011] Der Kanal kann Seitenwände, ein Dach und/oder einen Boden aufweisen. Der Kanal kann einen Querschnitt aufweisen, welcher sich aus einem Trapez und einem Dreieck zusammensetzt.

[0012] Bei der Biomasse kann es sich beispielsweise um Holz, insbesondere Hackschnitzel, handeln.

[0013] Als Trocknungsgas kann beispielsweise heiße Luft, insbesondere mit einer Temperatur über 20°, bevorzugt über 45° verwendet werden. Das Trocknungsgas kann Warmluft sein, welche von einem Wärmetauscher erzeugt wird, der Abwärme aus dem Blockheizkraftwerk der Biomassevergasungsanlage nutzt. Weiterhin kann Warmluft aus einem Maschinenraum, welcher den Verbrennungsmotor des Blockheizkraftwerks aufnimmt, als Trocknungsgas verwendet werden. Weiterhin alternativ oder zusätzlich kann die Abgasluft des Verbrennungsmotors als Trocknungsgas verwendet werden.

[0014] Eine jeweilige Kammer ist von jeweils einer Seitenwand des Behälters begrenzt, wobei die Seitenwände Öffnungen aufweisen, mittels welcher das Trocknungsgas aus einer jeweiligen Kammer herausführbar ist.

[0015] Das Trocknungsgas strömt also von den Öffnungen in einer Seitenwand des Kanals hin zu den gegenüberliegenden Öffnungen in der Seitenwand des Behälters. Dabei strömt das Trocknungsgas in horizontaler

Richtung durch die Biomasse. Über die Öffnungen in den Seitenwänden des Behälters kann das Trocknungsgas beispielsweise an die Umgebung abgegeben werden.

[0016] In einer jeweiligen Seitenwand des Kanals oder des Behälters können beispielsweise mehr als zehn Öffnungen oder mehr als fünfzig Öffnungen vorgesehen sein. Zumindest ist jedoch eine Öffnung vorgesehen. Die Öffnungen sind bevorzugt als Löcher, insbesondere kreisrunde Löcher ausgebildet.

[0017] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Öffnungen in einer jeweilige Seitenwand des Kanals und/oder Behälters übereinander angeordnet.

[0018] Durch die in vertikaler Richtung verteilten Öffnungen wird eine in vertikaler Richtung gleichmäßigere Trocknung erzielt. Der Abstand zwischen den Öffnungen, insbesondere Löchern, kann von unten nach oben hin zunehmen. Da das Trocknungsgas aufsteigt, ist es im Sinne einer gleichmäßigeren Trocknung von Vorteil, dieses im unteren Bereich stärker, das heißt mit einem höheren Volumenstrom, einzuleiten.

[0019] Soweit hier auf eine "jeweilige Seitenwand" des Behälters Bezug genommen wird, so ist zumindest eine Seitenwand einer jeweiligen Kammer gemeint. Beispielsweise sind diese Seitenwände die Längsseiten des Behälters. Seitenwände an den Stirnseiten des Behälters, welche ebenfalls eine jeweilige Kammer begrenzen können, können ohne Öffnungen ausgebildet sein.

[0020] Eine jeweilige Seitenwand des Behälters weist zumindest zwei Z-förmige Wandelemente auf, welche jeweils einen oberen und einen unteren Abschnitt sowie einen diese verbindenden Abschnitt aufweisen, wobei der obere Abschnitt eines Z-förmigen Wandelements gegen den unteren Abschnitt des anderen Z-förmigen Wandelements anliegt und Öffnungen in diesen Wandabschnitten zum Bilden einer Öffnung in der entsprechenden Seitenwand miteinander fluchten.

[0021] Mit anderen Worten fluchtet also zumindest eine Öffnung in dem oberen Abschnitt mit zumindest einer Öffnung in dem unteren Abschnitt. Dadurch ergibt sich ein durchgängiger Auslass, durch welchen das Trocknungsgas aus der Kammer durch die Seitenwand des Behälters herausgeführt werden kann. Bevorzugt weisen der untere und obere Abschnitt jeweils mehrere Öffnungen auf, die miteinander fluchten. Außerdem umfassen die Seitenwände des Behälters jeweils bevorzugt mehr als zwei Z-förmige Wandelemente. Die Wandelemente können als Blechteile ausgebildet sein.

[0022] Ein jeweiliges Z-förmiges Wandelement kann einen Eckbereich der Kammer definieren, der den Innenraum der Kammer zackenförmig nach oben hin erweitert. Der durchgängige Auslass liegt am oberen Ende des Eckbereichs, bspw. in einem oberen Drittel desselben, so dass ein schwerkraftbedingter Austrag von Staub und Kleinteilen aus dem durchgängigen Auslass, wie auch eine Verstopfung desselben, verhindert wird.

[0023] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Seitenwände des Kanals und des Behälters derart angeordnet, dass sich eine jeweilige Kammer nach unten hin verbreitert.

[0024] Dadurch wird eine Brückenbildung der Biomasse verhindert. Unter "Brückenbildung" ist ein innerer Zusammenhalt der Biomasse, insbesondere der Hackschnitzel, derart gemeint, dass eine Teilmenge derselben von einer schwerkraftunterstützten Austrageinrichtung zum Austragen der getrockneten Biomasse aus der Vorrichtung, wie bspw. einem Rechen, nicht erfasst werden kann, so dass diese Teilmenge in der Vorrichtung verbleibt.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist ein Winkel, welchen eine Seitenwand des Kanals mit der Vertikalen bildet, ungleich einem Winkel, welchen eine Seitenwand des Behälters mit der Vertikalen bildet.

[0026] Durch die unterschiedlichen Winkel wird dem Bilden von Brücken noch besser entgegengewirkt.

[0027] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, dass das Trocknungsgas eine jeweilige Kammer horizontal durchströmt.

[0028] Bevorzugt erfolgt das horizontale Durchströmen in einer Richtung senkrecht zur Einströmrichtung des Trocknungsgases in den Kanal.

[0029] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Vorrichtung dazu eingerichtet, dass das Trocknungsgas in den Kanal in Längsrichtung desselben einströmt.

[0030] Entsprechend wird das Gas in dem Kanal in die Querrichtung umgelenkt, um aus den Öffnungen in den Seitenwänden des Kanals herauszuströmen.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Kanal an seiner einen Stirnseite einen Anschluss zum Zuführen des Trocknungsgases auf.

Der Anschluss kann rechtecksförmig ausgebildet sein. Ein Übergangsstück, welches einen Schlauch zum Zuführen des Trocknungsgases mit dem Anschluss verbindet, kann sich fächerförmig erweitern.

[0032] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Kanal an seiner anderen Stirnseite geschlossen ausgebildet.

[0033] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist am Boden einer jeweiligen Kammer eine Austrageinrichtung, insbesondere ein Rechen, zum Herausfördern der Biomasse angeordnet.

[0034] Die Vorrichtung kann ein, zwei oder mehr Rechen aufweisen. Beispielsweise können zwei Rechen vorgesehen sein, wobei jeweils ein Rechen am Boden einer jeweiligen Kammer angeordnet ist. Der oder die Rechen sind dazu eingerichtet, die Biomasse in Längsrichtung, also horizontal, aus dem Behälter herauszufördern. Hierzu kann der Behälter oberhalb des Bodens einen jeweiligen Schlitz aufweisen. Für das Herausfördern wird ein jeweiliger Rechen beispielsweise mittels einer Hydraulik vor und zurück bewegt. Anstelle eines Rechens könnte auch eine andere Austragsvorrichtung, bspw. eine Spiralförderanlage, vorgesehen sein.

[0035] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Rechen feststehende und bewegliche Keilelemente auf.

[0036] Die beweglichen Keilelemente können insbe-

sondere über eine Stange betätigt werden. Die Stange kann wiederum mit einem Hydraulikzylinder für das Vor- und Zurückbewegen der Keilelemente gekoppelt sein.

[0037] Gemäß einer weiteren Ausführungsform nimmt die Höhe der Keilelemente in Förderrichtung zu. Dadurch wird ein gleichmäßigerer Austrag der Biomasse aus dem Behälter sichergestellt. Denn bei Keilelementen gleicher Höhe, würde sich an dem Ende eines jeweiligen Rechens, welches von der Austragsöffnung, insbesondere dem Austragsschlitz, abgewandt ist, ein Weniger an Hackschnitzeln ergeben, was mit einem entsprechenden Luftverlust und damit einem reduzierten Trocknungseffekt einhergehen würde.

[0038] Gemäß einer weiteren Ausführungsform erstreckt sich der Kanal bis zu dem Boden und/oder zwischen zwei Austrageinrichtungen, insbesondere zwei Rechen.

[0039] Dadurch ergibt sich ein einfacher Aufbau.

[0040] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine achslose Spiralförderanlage vorgesehen, mittels welcher die von dem Rechen herausgeförderte Biomasse in Richtung eines Vergasers förderbar ist.

[0041] Dies umfasst auch ein mittelbares Zuführen: So kann die Biomasse beispielsweise mittels der Spiralförderanlage zunächst einer Siebanlage zugeführt werden. Von dort wird diese einem Vorratsbehälter und beispielsweise erst hiernach dem Vergaser zugeführt.

[0042] Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist der Behälter einen Deckel auf, welcher in einer Schließstellung desselben eine jeweilige Kammer gasdicht nach oben hin verschließt und in einer Offenstellung desselben einen Zugang zu einer jeweiligen Kammer für ein Befüllen derselben mit Biomasse freigibt.

[0043] Weiterhin wird eine Biomassevergasungsanlage, insbesondere eine Holzvergasungsanlage, mit einer Vorrichtung wie vorstehend beschrieben, einem Vergaser zum Erzeugen von Brenngas aus der getrockneten Biomasse und einem Blockheizkraftwerk zur Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme unter Verbrennung des Brenngases, bereitgestellt.

[0044] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung. Im Weiteren wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht eine Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;
Fig. 2 zeigt eine Ansicht II aus Fig. 1;
Fig. 3 zeigt eine Ansicht III aus Fig. 1;
Fig. 4 zeigt eine Draufsicht aus Fig. 1;
Fig. 5 zeigt in einer perspektivischen Ansicht einen Rahmen der Vorrichtung aus Fig. 1;
Fig. 6 zeigt in einer perspektivischen Ansicht ein Z-förmiges Blech aus Fig. 1;
Fig. 7 zeigt schematisch einen Teilschnitt aus Fig. 1;
Fig. 8 zeigt perspektivisch einen Kanal der Vorrichtung aus Fig. 1;
Fig. 8A zeigt eine Seitenansicht aus Fig. 8;
Fig. 9 zeigt perspektivisch ein Bodengestell samt Rechen der Vorrichtung aus Fig. 1;
Fig. 10 zeigt einen Rechen aus Fig. 9 in einer Seitenansicht;
Fig. 10A zeigt eine Prinzipdarstellung;
Fig. 11 zeigt in einer perspektivischen Ansicht eine achslose Spiralförderanlage der Vorrichtung aus Fig. 1, die dort jedoch nicht dargestellt ist.

[0045] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente, soweit nichts Gegenteiliges angegeben ist.

[0046] Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung 1 zum Trocknen von Hackschnitzeln 59 (siehe Fig. 7). Die Vorrichtung 1 umfasst einen Behälter 2. Der Behälter 2 weist gegenüberliegende, längsseitige Seitenwände 3, 4 und gegenüberliegende, stirnseitige Seitenwände 5, 6 auf. Wie in Fig. 4 zu erkennen, sind die Seitenwände 3 bis 6 in einer Draufsicht gesehen rechtecksförmig angeordnet. Außerdem umfasst der Behälter 2 einen Boden 7 und einen Deckel 8. Die Seitenwände 3 bis 6, der Boden 7 und der Deckel 8 (im geschlossenen Zustand) definieren somit einen Innenraum 9 des Behälters.

[0047] Die Vorrichtung 1 weist ferner einen Kanal 10 auf. Der Kanal 10 unterteilt den Innenraum 9 in zwei Kammern 11, 12, wie beispielsweise in Fig. 4 zu erkennen. Dem Kanal 10 wird mittels eines Übergangsstücks 13 sowie eines sich daran anschließenden, nicht gezeigten Rohrs ein Trocknungsgas zugeführt. Das Übergangsstück 13 fächert in Richtung des Kanals 10 auf, wie in Fig. 2 zu sehen.

[0048] Der Deckel 8 ist beispielsweise über eine Hydraulik 14 aus der in Fig. 3 gezeigten Offenstellung in eine Schließstellung verstellbar, in welcher er den Innenraum 9 nach oben hin gasdicht verschließt. In dem geöffneten Zustand des Deckels 8 werden die Kammern 11, 12 mit Hackschnitzeln 59 befüllt. Die Befüllung kann beispielsweise mittels eines Schaufelladers erfolgen. Nach dem Befüllen der Kammern 10, 11 wird der Deckel 8 geschlossen. Auch nach unten hin ist der Behälter 2 gasdicht geschlossen ausgebildet, abgesehen von zwei Austragsschlitzen 15, 16 oberhalb eines jeweiligen auf dem Boden 7 beweglich vorgesehenen Rechens 17, 18.

[0049] Der Boden 7 stützt sich über Füße 17 auf dem nicht näher bezeichneten Erdboden ab.

[0050] Nach dieser überblicksmäßigen Darstellung über die Vorrichtung 1, erfolgt nun im Zusammenhang mit den weiteren Figuren eine detailliertere Beschreibung.

[0051] Fig. 5 zeigt einen Rahmen 19 der Vorrichtung 1. Dieser setzt sich aus beispielhaft mit 20 bis 22 bezeichneten Streben zusammen. Die Streben 20 bis 22

sind beispielsweise als Profilteile, insbesondere U- oder H-Profile, aus Stahl ausgebildet. Zum Bilden der Seitenwand 3 werden beispielsweise zwischen zwei U-Profile 20, 21 in Fig. 6 gezeigte, Z-förmige Bleche 23 eingeschoben. Ein jeweiliges Z-förmiges Blech 23 umfasst einen oberen Abschnitt 24, einen unteren Abschnitt 25 und einen diese verbindenden Abschnitt 26. Der obere Abschnitt 24 und der untere Abschnitt 25 weisen jeweils eine Vielzahl von Löchern 27, 28 auf, wie auch in Fig. 7 zu erkennen. Wie weiter in Fig. 7 gezeigt, werden die Bleche 23 in die U-förmigen Profile 20, 21 eingeschoben, und zwar derart, dass ein unterer Abschnitt 25 eines Z-förmigen Blechs 23' auf einem oberen Abschnitt 24 eines darunter angeordneten Z-förmigen Blechs 23 aufliegt. Die Löcher 27, 28 in dem oberen bzw. unteren Abschnitt 24, 25 fluchten sodann und bilden gemeinsam eine Öffnung 29 (hier auch als Auslass bezeichnet) für ein Austreten von Trocknungsgas 42 aus der Kammer 11 in die Umgebung 30.

[0052] Fig. 8 zeigt den Kanal 10 in teilweise durchsichtiger Darstellung. Der Kanal 10 umfasst Seitenwände 31, 32, ein Dach 33 und einen Boden 34 (siehe Fig. 9). Eine Stirnseite 35 des Kanals 10 umfasst eine Einlassöffnung 36 für ein Einströmen von Trocknungsgas in der Längsrichtung 37 des Kanals 10. Die andere Stirnseite 38 des Kanals 10 ist geschlossen ausgebildet. Das Dach 33 weist eine dreiecksförmige Gestalt auf. Von oben auf den Kanal 10 fallende Hackschnitzel 59 gleiten somit in die Kammern 11, 12 ab. Die Seitenwände 31, 32 definieren aufgrund deren schräger Orientierung gemeinsam einen trapezförmigen Kanalquerschnitt 49, wie nachfolgend noch näher erläutert. Wegen des Dachs 33 wird der Kanalquerschnitt 49 nach oben hin um ein Dreieck ergänzt. Innerhalb des Kanals 10 sind Stützbleche 39 angeordnet, welche die Seitenwände 31, 32 sowie das Dach 33 abstützen. Der Kanal 10 wird über Konsolen 40 an Querstreben 41 gehalten, welche sich wiederum an oberen Streben 22 des Rahmens 19 (siehe Fig. 5) abstützen.

[0053] Nun zurückkehrend zu Fig. 7, ist dort der Kanal 10 teilweise dargestellt, und zwar im Querschnitt. Das Trocknungsgas 42 strömt in der Längsrichtung 37 (siehe Fig. 8) in den Kanal 10 ein, also in horizontaler Richtung, und strömt von dort durch Öffnungen 43 senkrecht zur Längsrichtung 37 und in horizontaler Ebene durch die mit den Hackschnitzeln 59 befüllte Kammer 11 und hiernach durch die Öffnungen 29 aus der Kammer 11 heraus in die Umgebung 30.

[0054] Da der Deckel 8 den Behälter 2 oben gasdicht verschließt, ist das Trocknungsgas 42 gezwungen, seitlich und damit langsamer durch die Hackschnitzel 59 zu strömen, wodurch sich ein verbesserter Trocknungseffekt ergibt. Außerdem ist so der Staubaustrag aus dem Behälter 2 minimiert.

[0055] Die Öffnungen 43 bilden ein in Fig. 8A gezeigtes Lochmuster, wobei eine Vielzahl von Öffnungen 43 in Längsrichtung 37 hintereinander und in Hochrichtung 44 übereinander angeordnet sind. Der Abstand zwischen den Öffnungen 43 vergrößert sich in der Hochrichtung, wie in Fig. 8A angedeutet. Der Abstand ist dort mit 45 bzw. 45' bezeichnet.

[0056] Weiterhin ist in Fig. 7 erkennbar, dass die Z-förmigen Bleche 23 derart angeordnet sind, dass sie die Kammer 11 jeweils um einen zackenförmigen Eckbereich 46 erweitern. Die Öffnung 29 ist im Bereich des oberen Endes des Eckbereichs 46 vorgesehen, so dass schwerkraftbedingt kein Staub oder dergleichen durch die Öffnung 29 austreten kann bzw. eine Verstopfung der Öffnung 29 durch Hackschnitzel 59 vermieden wird.

[0057] In Fig. 7 ist ferner dargestellt, dass die Seitenwand 31 des Kanals 10 einen Winkel 47 mit der Vertikalen bildet. Ferner bildet die Seitenwand 3 einen Winkel 48 mit der Vertikalen. Die Winkel 47, 48 sind derart beschaffen, dass sich die Kammer 11 nach unten hin erweitert. Außerdem ist der Winkel 47 ungleich dem Winkel 48, was der Bildung von Brücken entgegenwirkt. Des Weiteren ist der Winkel 47 bevorzugt so gewählt, dass sich die Seitenwand 31 zu der Seitenwand 3 hin neigt, also der Kanalquerschnitt 49 sich nach oben hin erweitert.

[0058] Die Erläuterungen im Zusammenhang mit Fig. 7 gelten entsprechend für die Seitenwand 32 des Kanals 10 sowie die Seitenwand 4 des Behälters 2.

[0059] Anhand der Fig. 9, 10 und 10A wird nachfolgend die Arbeitsweise der Rechen 17, 18 näher erläutert.

[0060] Jeder der Rechen 17, 18 umfasst feststehende Keilelemente 50 und bewegliche Keilelemente 51. Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich beispielhaft auf den Rechen 17, gelten aber für den Rechen 18 entsprechend. Die beweglichen Keilelemente 51 sind mit einer Stange 52 fest verbunden. Die Stange 52 ist wiederum über eine Hydraulik 53 vor und zurück bewegbar. Die feststehenden Keilelemente 50 sind fest mit einem U-förmigen Blech 54 verbunden. Die feststehenden Keilelemente 50 sind jeweils paarweise quer zur Förderrichtung 55 nebeneinander angeordnet und über eine Schlaufe 56 miteinander verbunden. Durch die Schlaufen 56 ist die Stange 52 geführt. Die beweglichen Keilelemente 51 sind paarweise quer zur Förderrichtung 55 zu beiden Seiten der Stange 52 angeordnet und mit dieser fest verbunden. Fig. 10 zeigt die beweglichen Keilelemente 51 in ihrer vordersten Position. Wird nun die Stange 52 mittels der Hydraulik zurückbewegt, so bildet sich zwischen jeweils zwei Keilelementen 50, 51 ein Spalt, in welchen Hackschnitzel 59 hineinfallen. Mit der Bewegung nach vorne werden die Hackschnitzel 59 dann in der Förderrichtung 55 durch den Austragsschlitz 15 herausgefördert und in eine in Fig. 11 gezeigte achslose Spiralförderanlage 57 hineinbewegt, welche die Hackschnitzel 59 sodann beispielsweise einer Siebanlage oder einem Vorratsbehälter zuführt. Die achslose Spiralförderanlage 57 fördert die Hackschnitzel 59 quer zur Förderrichtung 55 ab. Schlussendlich gelangen die Hackschnitzel 59 zu einem Vergaser (nicht gezeigt). Das im Vergaser erzeugte Brenngas wird zum Betrieb eines nicht gezeigten Blockheizkraftwerks verwendet.

[0061] Nun zurückkehrend zu Fig. 10 ist zu erkennen,

dass Schubflächen 58 der Keilelemente 50, 51 eine in der Förderrichtung 55 zunehmende Höhe 60 aufweisen. Dies vermeidet das in Fig. 10A gezeigte Problem. In Fig. 10A sind Keilelemente 50, 51 mit Schubflächen 58 gleicher Höhe 60 gezeigt. Dadurch werden die Hackschnitzel 59 über die Länge des Rechens 17 (die Länge bezieht sich auf die Förderrichtung 55) ungleichmäßig ausgetragen, so dass die Trocknungsluft 42 im hinteren Bereich des Rechens 17 weniger Hackschnitzel 59 "sieht" und dadurch in diesem Bereich schneller entweicht. Eine Trocknung der Hackschnitzel 59 im vorderen Bereich des Rechens 17 ist damit verschlechtert.

[0062] In Fig. 9 ist weiter zu erkennen, dass die beiden Rechen 17, 18 nebeneinander angeordnet sind, wobei sich zwischen diesen der Boden 34 des Kanals 10 erstreckt. Der Boden 34 wird mit den Seitenwänden 31, 32 (siehe Fig. 8) des Kanals 10 bei der Montage gasdicht verbunden. Der Boden 34 wie auch die Bleche 54 der Rechen 17, 18 sind mit dem Boden 7 fest verbunden, insbesondere verschweißt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0063]

1	Vorrichtung
2	Behälter
3	Seitenwand
4	Seitenwand
5	Seitenwand
6	Seitenwand
7	Boden
8	Deckel
9	Innenraum
10	Kanal
11	Kammer
12	Kammer
13	Übergangsstück
14	Hydraulik
15	Austragsschlitz
16	Austragsschlitz
17	Rechen
18	Rechen
19	Rahmen
20	Strebe
21	Strebe
22	Strebe
23	Z-förmiges Blech
24	Abschnitt
25	Abschnitt
26	Abschnitt
27	Loch
28	Loch
29	Öffnung
30	Umgebung
31	Seitenwand
32	Seitenwand
33	Dach
34	Boden
35	Stirnseite
36	Einlassöffnung
37	Längsrichtung
38	Stirnseite
39	Stützblech
40	Konsole
41	Querstrebe
42	Trocknungsgas
43	Öffnung
44	Hochrichtung
45	Abstand
45’	Abstand
46	Eckbereich
47	Winkel
48	Winkel
49	Kanalquerschnitt
50	Keilelement
51	Keilelemente
52	Stange
53	Hydraulik
54	Blech
55	Fördereinrichtung
56	Schlaufe
57	achslose Spiralförderanlage
58	Schubfläche
59	Hackschnitzel
60	Höhe

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse (59), insbesondere von Hackschnitzeln, mit einem Behälter (2) und
einem Kanal (10), welcher sich innerhalb des Behälters (2) erstreckt und diesen in zwei Kammern (11, 12) zur Aufnahme der Biomasse (59) unterteilt, wobei Seitenwände (31, 32) des Kanals (10) Öffnungen (43) aufweisen, mittels welcher einer jeweiligen Kammer (11, 12) ein Trocknungsgas (42) zum Trocknen der darin aufgenommenen Biomasse (59) zuführbar ist, wobei eine jeweilige Kammer (11, 12) von jeweils einer Seitenwand (3, 4) des Behälters (2) begrenzt ist, wobei die Seitenwände (3, 4) Öffnungen (29) aufweisen, mittels welcher das Trocknungsgas (42) aus einer jeweiligen Kammer (11, 12) herausführbar ist, wobei eine jeweilige Seitenwand (3, 4) des Behälters (2) zumindest zwei Z-förmige Wandelemente (23, 23’) aufweist, welche jeweils einen oberen und einen unteren Abschnitt (24, 25) sowie einen diese verbindenden Abschnitt (26) aufweisen und wobei der obere Abschnitt (24) eines Z-förmigen Wandelements (23) gegen den unteren Abschnitt (25) des anderen Z-förmigen Wandelements (23’) anliegt und Öffnungen (27, 28) in diesen Abschnitten (24, 25) zum Bilden einer jeweiligen Öffnung (29) in der entsprechenden Seitenwand (3, 4)

miteinander fluchten.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Öffnungen (43, 29) in einer jeweiligen Seitenwand (31, 32) des Kanals (10) und/oder einer jeweiligen Seitenwand (3, 4) des Behälters (2) übereinander angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Seitenwände (31, 32) des Kanals (10) und die Seitenwände (3, 4) des Behälters (2) derart angeordnet sind, dass sich eine jeweilige Kammer (11, 12) nach unten verbreitert.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei ein Winkel (47), welcher eine Seitenwand (31, 32) des Kanals (10) mit der Vertikalen bildet, ungleich einem Winkel (48) ist, welchen eine Seitenwand (3, 4) des Behälters (2) mit der Vertikalen bildet.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 4, welche derart eingerichtet ist, dass das Trocknungsgas (42) eine jeweilige Kammer (11, 12) horizontal durchströmt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5, welche derart eingerichtet ist, dass das Trocknungsgas (42) in den Kanal (10) in Längsrichtung (37) desselben einströmt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, wobei der Kanal (10) an seiner einen Stirnseite (35) einen Anschluss (36) zum Zuführen des Trocknungsgases (42) aufweist und/oder an seiner anderen Stirnseite (38) geschlossen ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 7, wobei an einem Boden (61) einer jeweiligen Kammer (11, 12) eine Austragreinrichtung, insbesondere ein Rechen (17, 18), zum Herausfördern der Biomasse (59) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Rechen (17, 18) feststehende und bewegliche Keilelemente (50, 51) aufweist und/oder wobei die Höhe (60) der Keilelemente (50, 51) in Förderrichtung (55) zunimmt.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei sich der Kanal (10) bis zu dem Boden (7) und/oder zwischen zwei Austrageinrichtungen, insbesondere zwei Rechen (17, 18), erstreckt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 - 10, wobei eine achslose Spiralförderanlage (57) vorgesehen ist, mittels welcher die von dem Rechen (17, 18) herausgeförderte Biomasse (59) in Richtung eines Vergasers förderbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 11, wobei der Behälter (2) einen Deckel (8) aufweist, welcher in einer Schließstellung desselben eine jeweilige Kammer (11, 12) gasdicht nach oben hin verschließt und in einer Offenstellung desselben einen Zugang zu einer jeweiligen Kammer (11, 12) für ein Befüllen derselben mit Biomasse (59) freigibt.

13. Biomassevergasungsanlage, insbesondere Holzvergasungsanlage, mit
einer Vorrichtung (1) zum Trocknen schüttgutförmiger Biomasse (59) nach einem der Ansprüche 1 - 12, einem Vergaser zum Erzeugen von Brenngas aus der getrockneten Biomasse und einem Blockheizkraftwerk zum Erzeugen von elektrischer Energie und Wärme unter Verbrennung des Brenngases.

Claims

1. Apparatus (1) for drying bulk biomass (59), in particular of wood chips, comprising
a container (2) and
a channel (10) which extends inside the container (2) and divides this into two chambers (11, 12) for the purpose of accommodating the biomass (59), wherein side walls (31, 32) of the channel (10) have openings (43) by means of which a drying gas (42) can be fed to a respective chamber (11, 12) for the purpose of drying the biomass (59) accommodated therein, wherein a respective chamber (11, 12) is bounded by a respective side wall (3, 4) of the container (2), wherein the side walls (3, 4) have openings (29) by means of which the drying gas (42) can be led out of a respective chamber (11, 12), wherein a respective side wall (3, 4) of the container (2) has at least two Z-shaped wall members (23, 23'), each of which has an upper and a lower section (24, 25) and a section (26) connecting them, and wherein the upper section (24) of a Z-shaped wall member (23) abuts the lower section (25) of the other Z-shaped wall member (23') and openings (27, 28) in these sections (24, 25) align with each other for the purpose of forming a respective opening (29) in the corresponding side wall (3, 4).

2. The apparatus in accordance with claim 1, wherein the openings (43, 29) are disposed one above the other in a respective side wall (31, 32) of the channel (10) and/or a respective side wall (3, 4) of the container (2).

3. The apparatus in accordance with claim 1 or 2, wherein the side walls (31, 32) of the channel (10) and the side walls (3, 4) of the container (2) are disposed in such a way that a respective chamber (11, 12) widens out towards the bottom.

4. The apparatus in accordance with claim 3, wherein an angle (47) which a side wall (31, 32) of the channel (10) forms with the vertical is not equal to an angle (48) which a side wall (3, 4) of the container (2) forms with the vertical.

5. The apparatus in accordance with any of claims 1 - 4, which is configured in such a way that the drying gas (42) flows through a respective chamber (11, 12) horizontally.

6. The apparatus in accordance with any of claims 1 - 5, which is configured in such a way that the drying gas (42) flows into the channel (10) in the longitudinal direction (37) of the same.

7. The apparatus in accordance with any of claims 1 - 6, wherein one end (35) of the channel (10) has a connection (36) for supplying the drying gas (42) and/or the other end (38) is sealed.

8. The apparatus in accordance with any of claims 1 - 7, wherein a discharge apparatus, in particular a rake (17, 18) is arranged on a bottom (61) of a respective chamber (11, 12) for the purpose of removing the biomass (59).

9. The apparatus in accordance with claim 8, wherein the rake (17, 18) has fixed and movable wedge members (50, 51) and/or the height (60) of the wedge members (50, 51) increases in the conveying direction (55).

10. The apparatus in accordance with claims 8 or 9, wherein the channel (10) extends as far as the bottom (7) and/or between two discharge devices, especially two rakes (17, 18).

11. The apparatus in accordance with any of claims 8 - 10, wherein a shaftless spiral conveyor system (57) is provided, by means of which the biomass (59) removed by the rake (17, 18) can be conveyed towards a gasifier.

12. The apparatus in accordance with any of claims 1 - 11, wherein the container (2) has a cover (8), which, in a closed position, seals the top of a respective chamber (11, 12) in a gas-tight manner and, in an open position, provides access to a respective chamber (11, 12) for the purpose of filling it with biomass (59).

13. A biomass gasification system, especially a wood gasification system, comprising a apparatus (1) for drying bulk biomass (59) in accordance with any of claims 1 - 12,
a gasifier for generating fuel gas from the dried biomass, and a combined heat and power unit for generating electrical energy and heat through combustion of the fuel gas.

Revendications

1. Dispositif (1) de séchage de biomasse en vrac (59), en particulier de copeaux de bois, comportant
un récipient (2) et
un canal (10) qui s'étend à l'intérieur du récipient (2) et qui subdivise celui-ci en deux chambres (11, 12) pour recevoir la biomasse (59),
dans lequel
les parois latérales (31, 32) du canal (10) présentent des ouvertures (43) permettant d'amener à une chambre respective (11, 12) un gaz de séchage (42) pour faire sécher la biomasse (59) reçue dans celle-ci,
une chambre respective (11, 12) est délimitée par une paroi latérale respective (3, 4) du récipient (2),
les parois latérales (3, 4) présentent des ouvertures (29) permettant de faire sortir le gaz de séchage (42) hors d'une chambre respective (11, 12),
une paroi latérale respective (3, 4) du récipient (2) présente au moins deux éléments de paroi (23, 23') en forme de Z qui comprennent chacun une portion supérieure et une portion inférieure (24, 25) ainsi qu'une portion (26) reliant celles-ci, et la portion supérieure (24) d'un élément de paroi (23) en forme de Z prend appui contre la portion inférieure (25) de l'autre élément de paroi (23') en forme de Z, et des ouvertures (27, 28) dans ces portions (24, 25) sont en alignement mutuel pour former une ouverture respective (29) dans la paroi latérale correspondante (3, 4).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les ouvertures (43, 29) dans une paroi latérale respective (31, 32) du canal (10) et/ou dans une paroi latérale respective (3, 4) du récipient (2) sont agencées les unes au-dessus des autres.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les parois latérales (31, 32) du canal (10) et les parois latérales (3, 4) du récipient (2) sont agencées de telle sorte qu'une chambre respective (11, 12) va en s'évasant vers le bas.

4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel un angle (47) que définit une paroi latérale (31, 32) du canal (10) avec la verticale est inégal à un angle (48) que définit une paroi latérale (3, 4) du récipient (2) avec la verticale.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, qui est conçu de telle sorte que le gaz de séchage (42) traverse horizontalement une chambre respective (11, 12).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, qui est conçu de telle sorte que le gaz de séchage (42) entre dans le canal (10) en direction longitudinale (37) de celui-ci.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel le canal (10) comprend sur son côté frontal (35) un raccord (36) pour amener le gaz de séchage (42), et/ou est réalisé fermé sur son autre côté frontal (38).

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel est prévu, sur un fond (61) d'une chambre respective (11, 12), un moyen d'extraction, en particulier un râteau (17, 18), pour extraire la biomasse (59).

9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel le râteau (17, 18) comprend des éléments en coin fixes et mobiles (50, 51) et/ou la hauteur (60) des éléments en coin (50, 51) augmente en direction de convoyage (55).

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le canal (10) s'étend jusqu'au fond (7) et/ou entre deux moyens d'extraction, en particulier deux râteaux (17, 18).

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, dans lequel est prévue une installation de convoyage hélicoïdal (57) dépourvue d'axe, au moyen de laquelle la biomasse (59) extraite par le râteau (17, 18) est susceptible d'être convoyée en direction d'un moyen de gazéification.

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11, dans lequel le récipient (2) comprend un couvercle (8) qui, dans une position de fermeture de celui-ci, referme vers le haut une chambre respective (11, 12) de façon étanche aux gaz, et qui, dans une position d'ouverture de celui-ci, libère un accès à une chambre respective (11, 12) pour remplir celle-ci d'une biomasse (59).

13. Installation de gazéification de biomasse, en particulier installation de gazéification de bois, comportant un dispositif (1) de séchage de biomasse en vrac (59) selon l'une des revendications 1 à 12,
un gazéificateur pour produire un gaz combustible à partir de la biomasse séchée et une centrale de cogénération pour produire de l'énergie électrique et de la chaleur par combustion du gaz combustible.

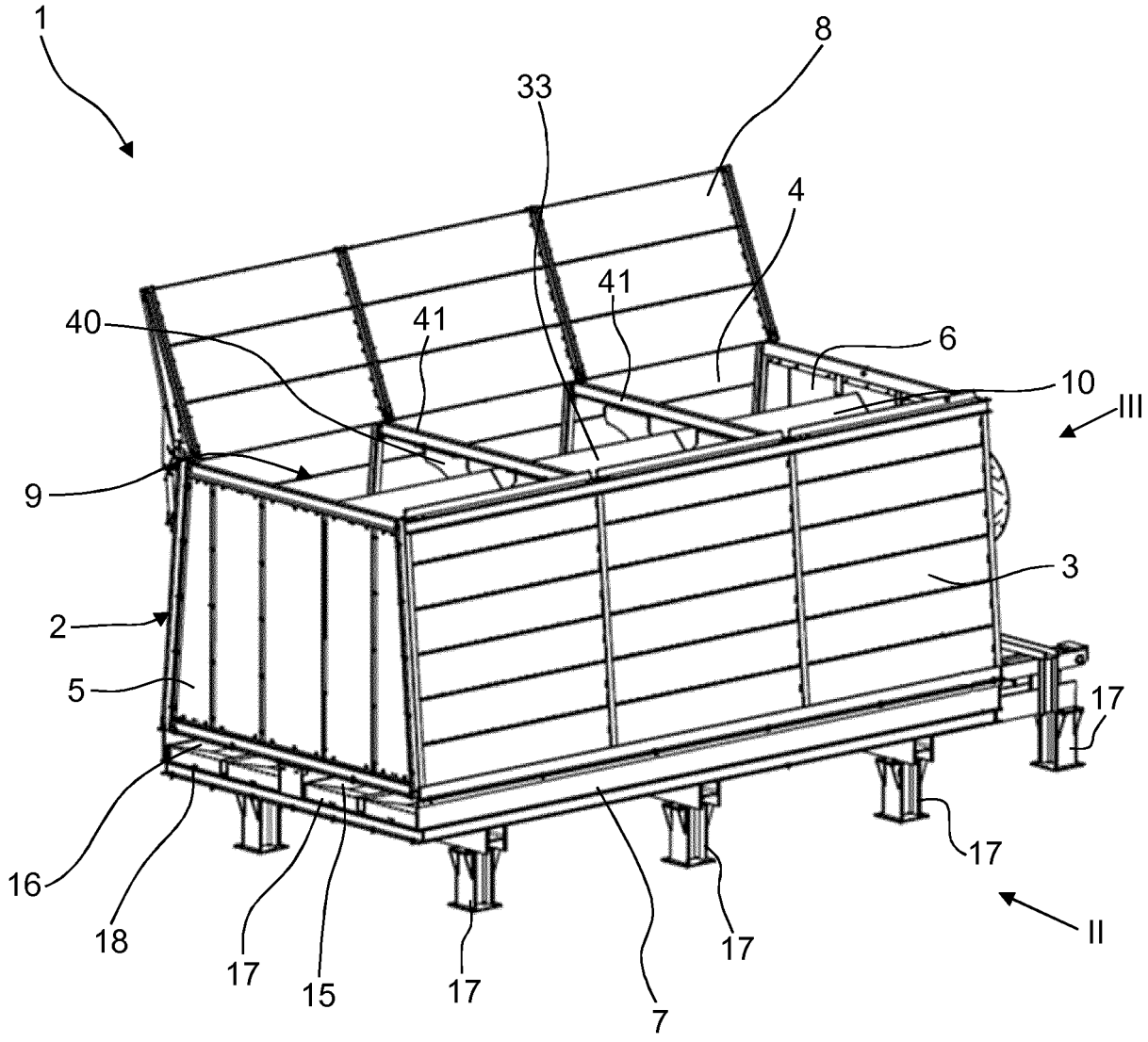


Fig. 1

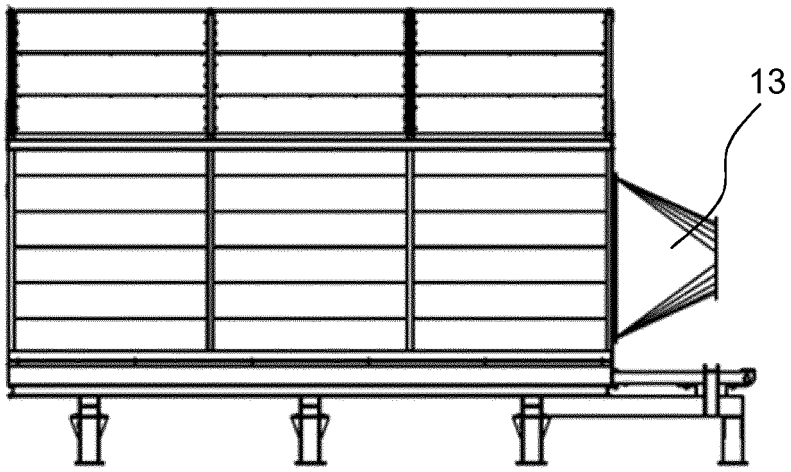


Fig. 2

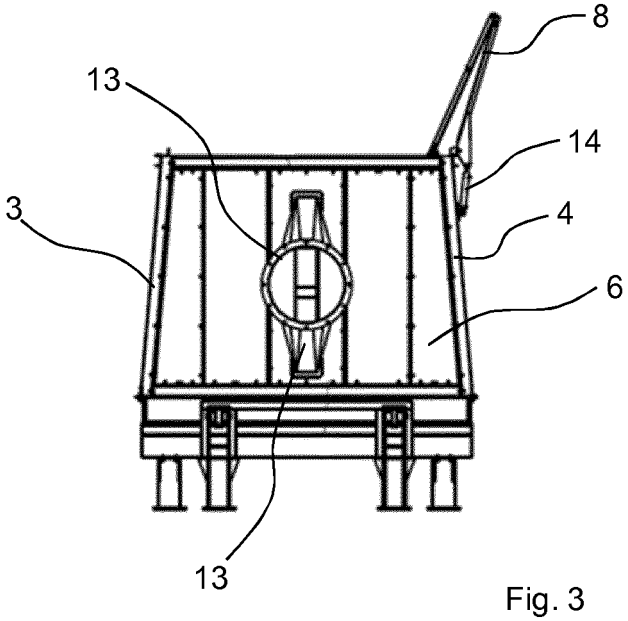


Fig. 3

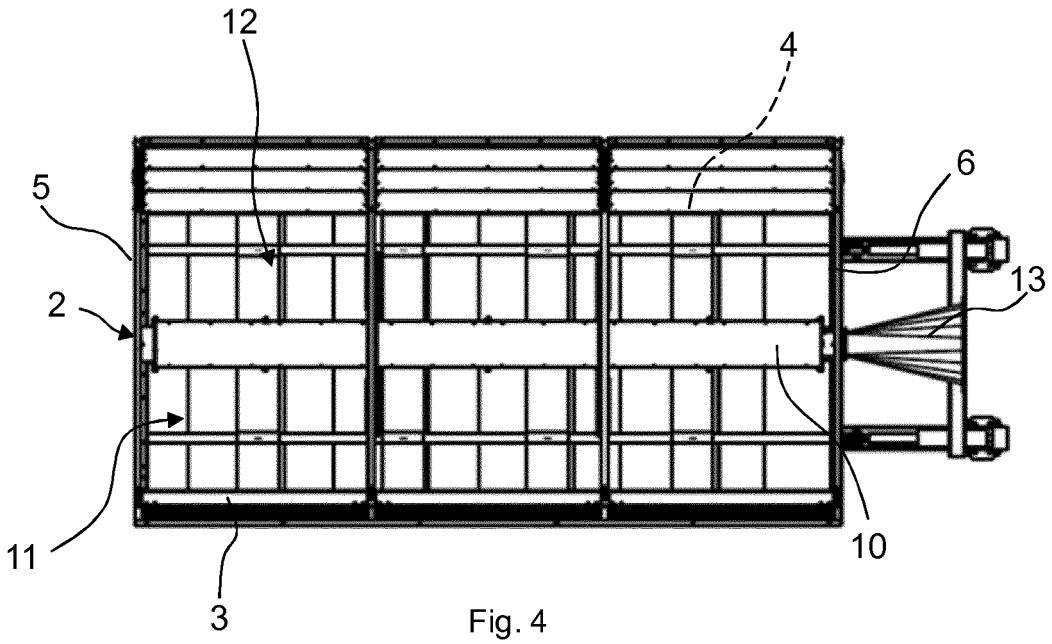


Fig. 4

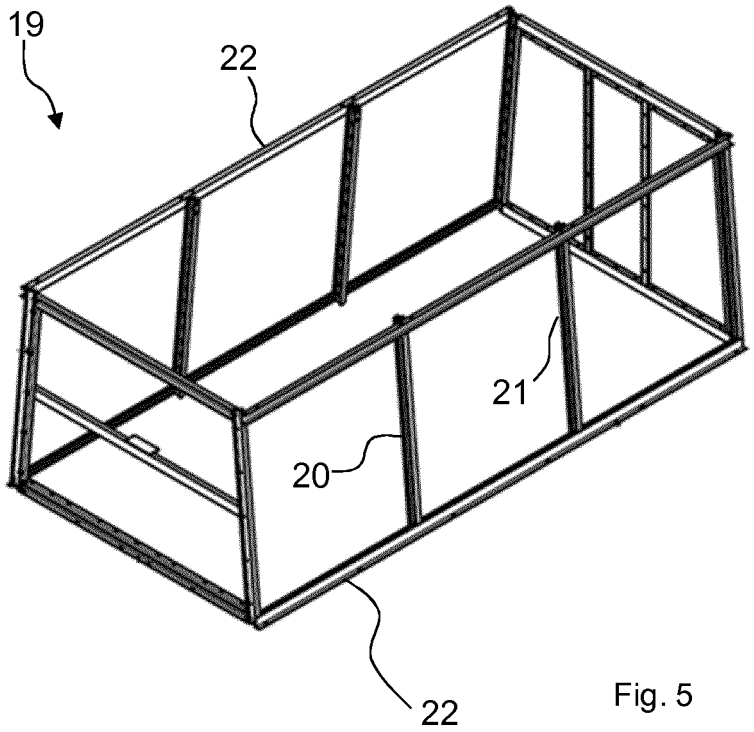


Fig. 5

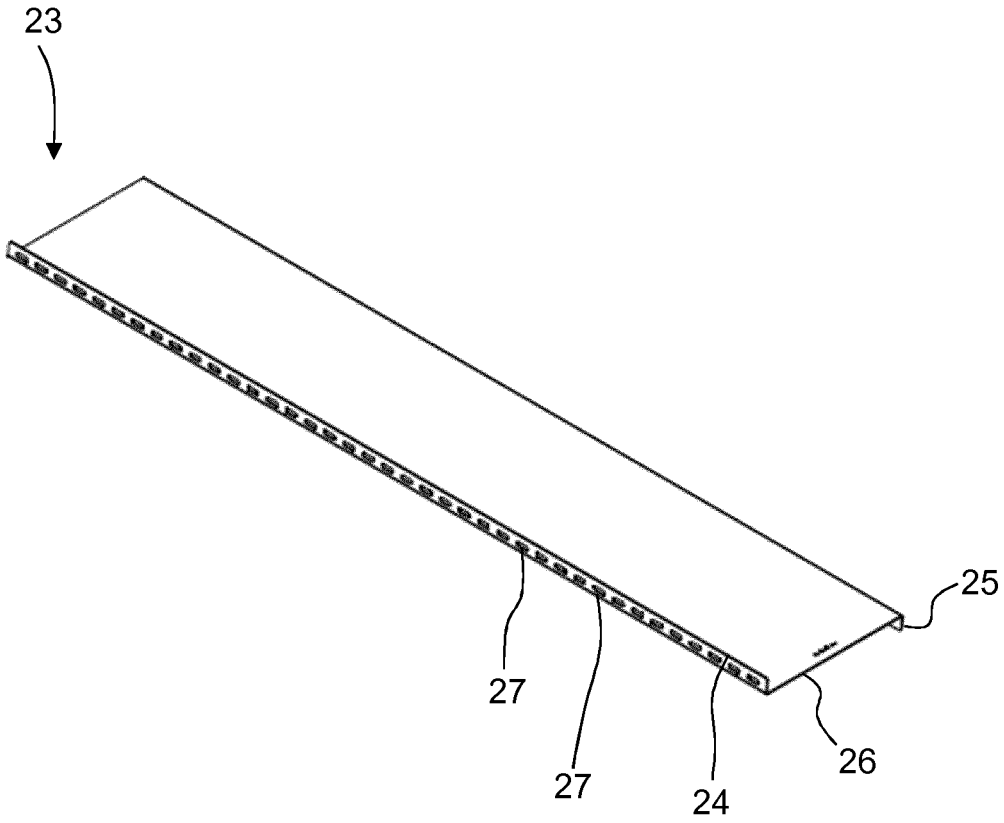


Fig. 6

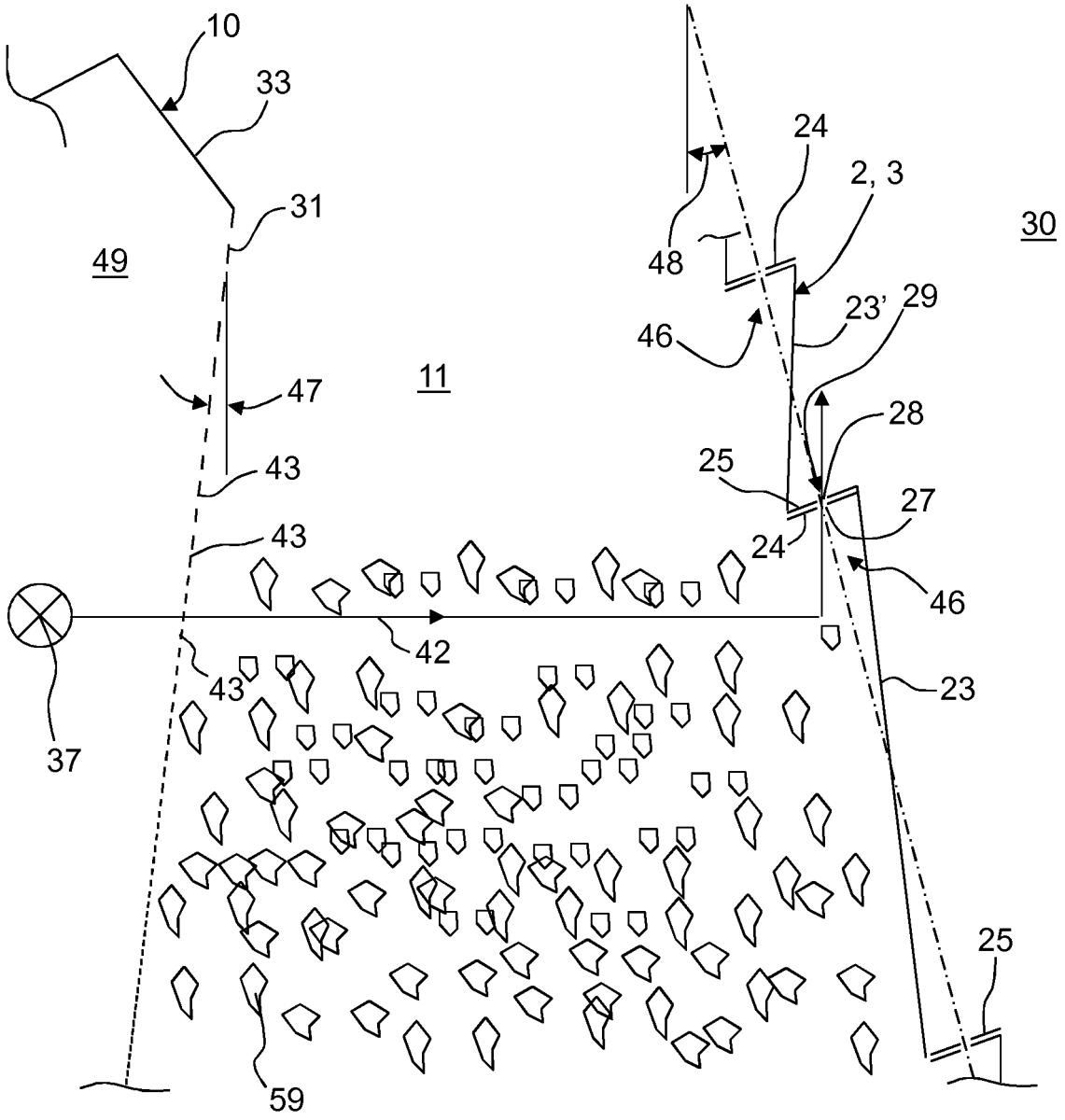

10
33
31
49
47
43
43
11
42
43
37
48
24
2, 3
30
46
23'
29
28
25
27
24
46
23
25
59

Fig. 7

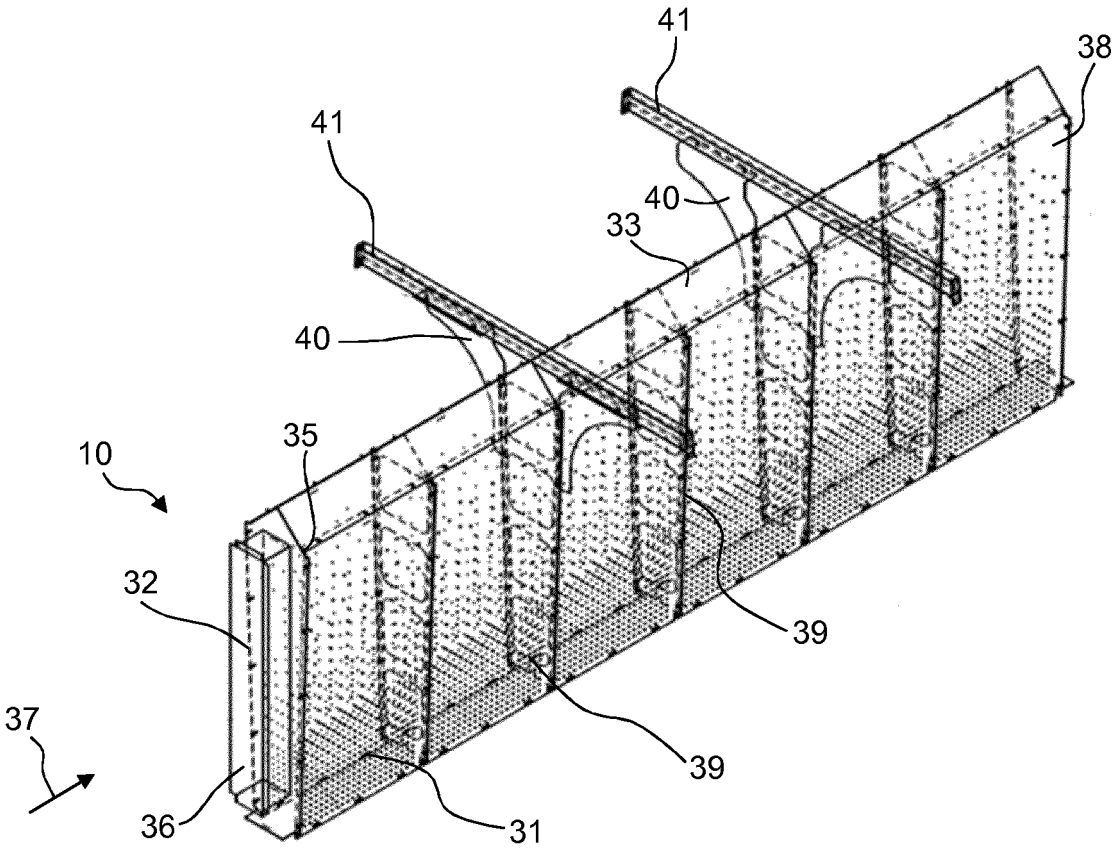


Fig. 8

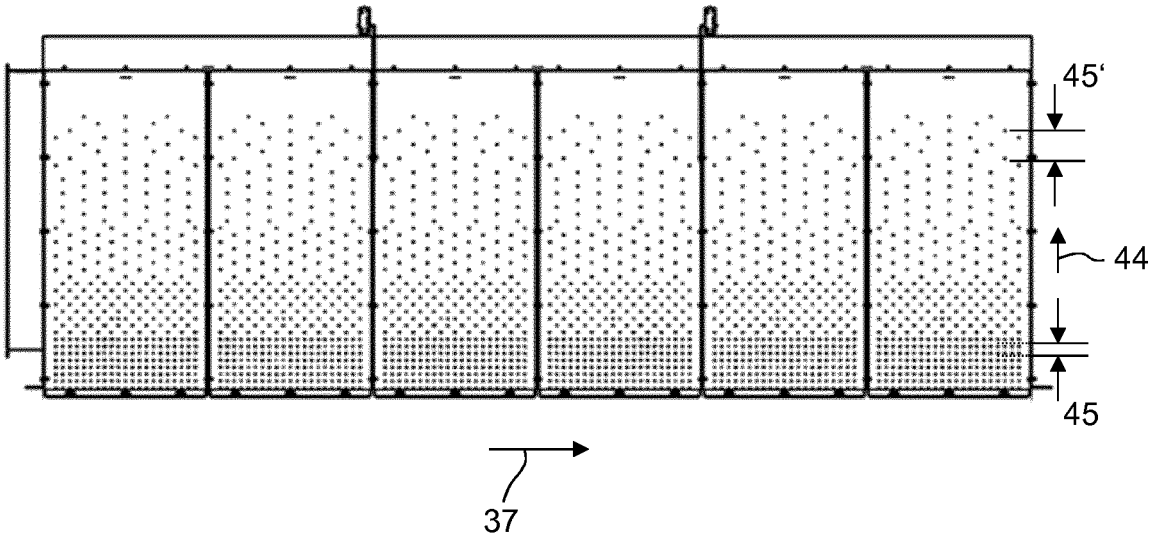


Fig. 8A

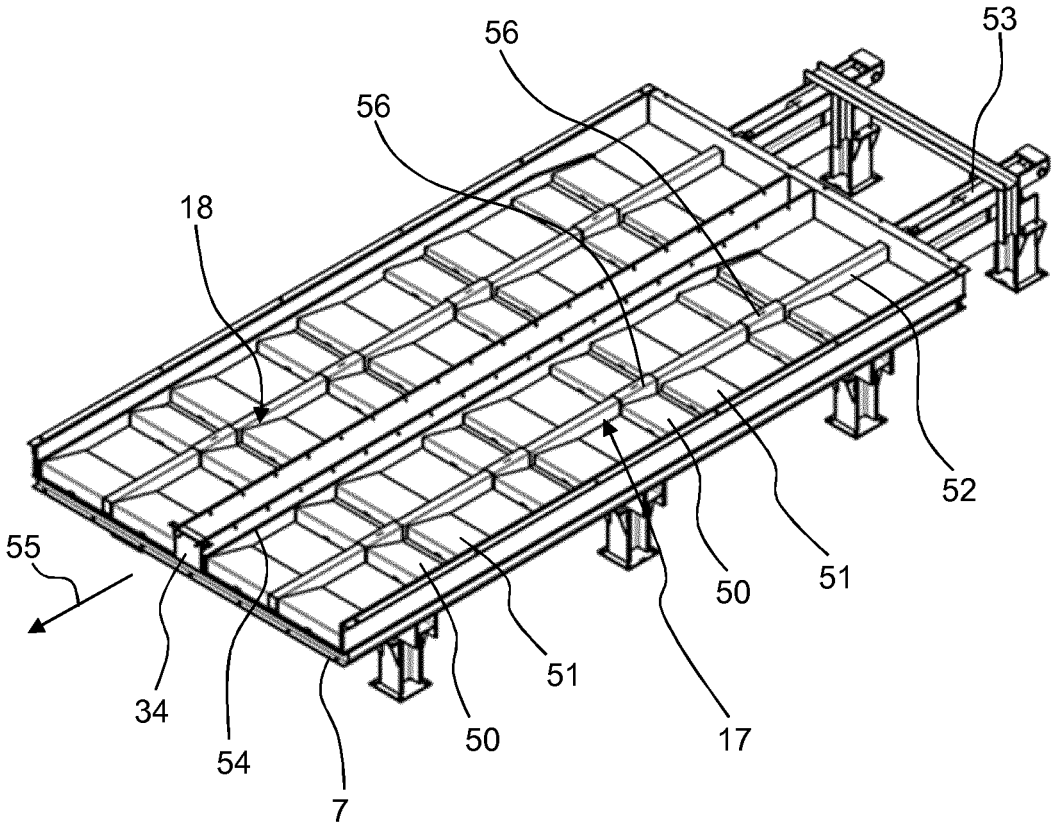


Fig. 9

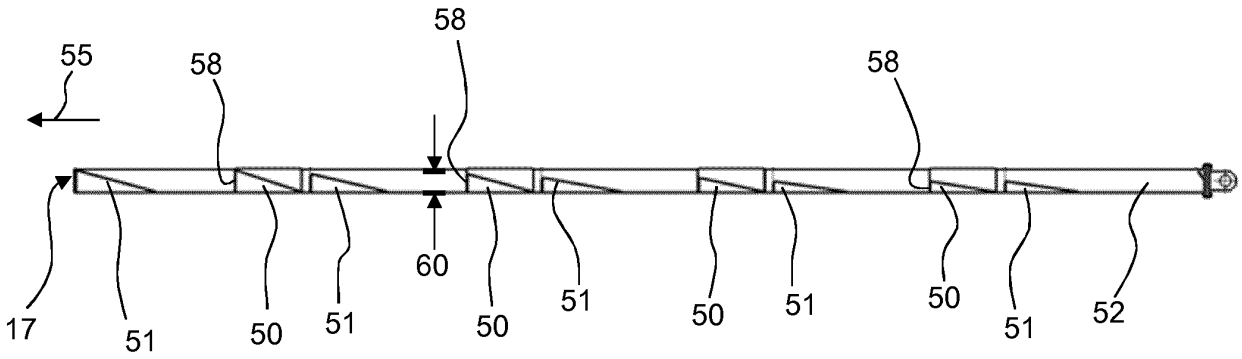


Fig. 10

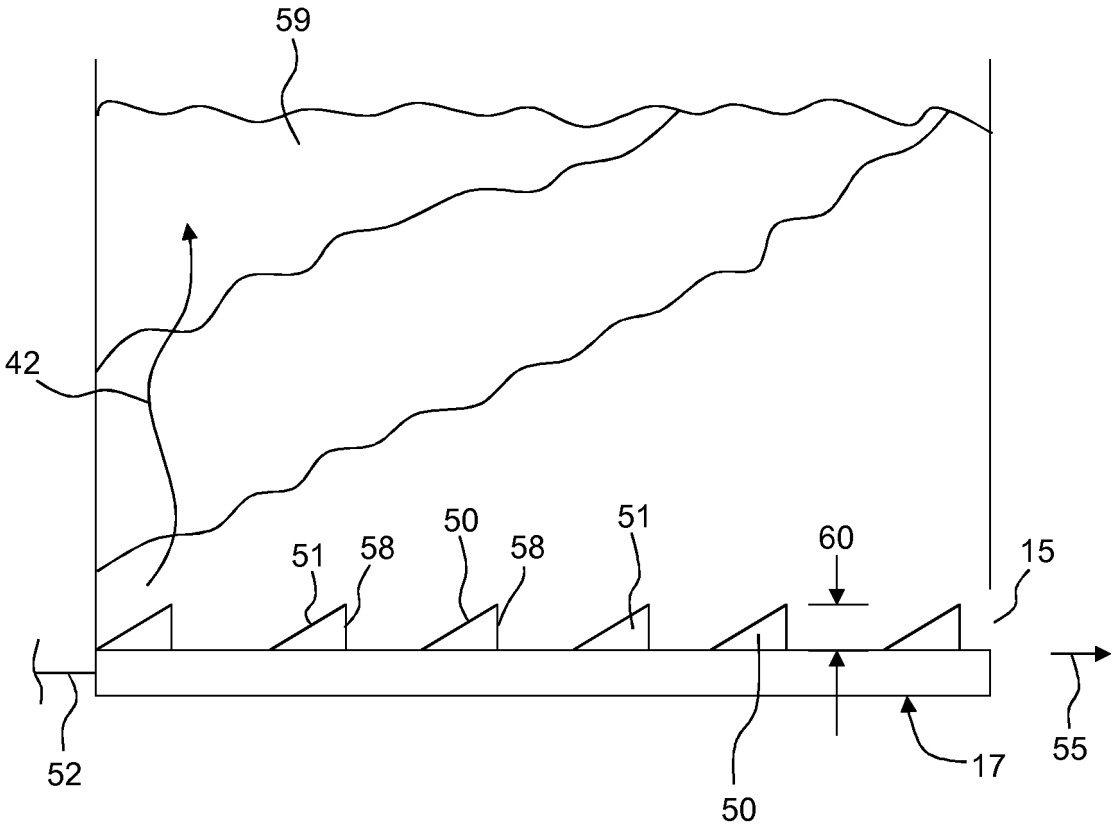


Fig. 10A

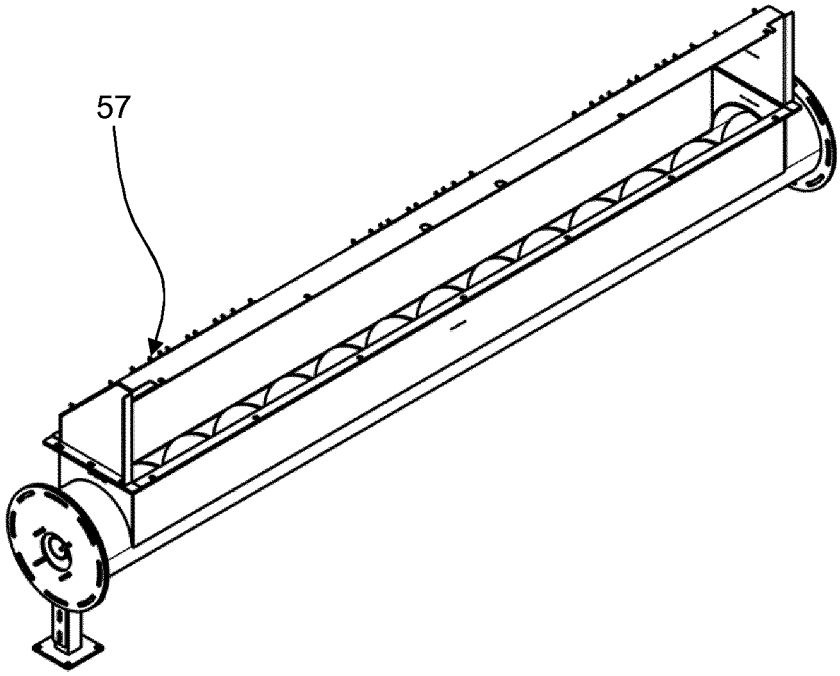


Fig. 11

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

- US 3040443 A **[0004]**
- US 2613452 A **[0005]**