



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.04.2018 Patentblatt 2018/16

(51) Int Cl.:
H05B 6/78 (2006.01) H05B 6/70 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17191051.6**

(22) Anmeldetag: **14.09.2017**

(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
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **Siempelkamp Maschinen- und Anlagenbau GmbH**
47803 Krefeld (DE)

(72) Erfinder: **Gartz, Klaus**
41749 Viersen (DE)

(74) Vertreter: **von dem Borne, Andreas**
Andrejewski - Honke
Patent- und Rechtsanwälte
An der Reichsbank 8
45127 Essen (DE)

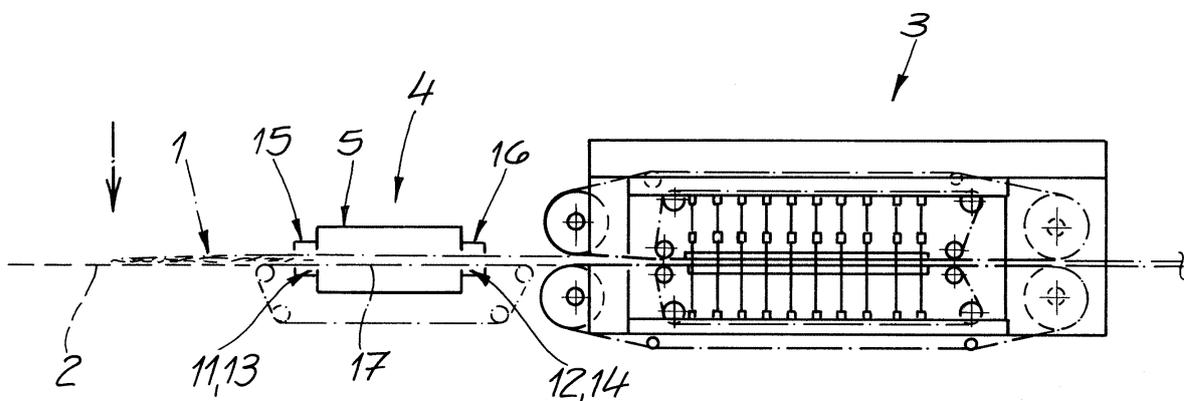
(30) Priorität: **12.10.2016 DE 102016119463**

(54) **DURCHLAUFOFEN ZUR KONTINUIERLICHEN ERWÄRMUNG EINER PRESSGUTMATTE**

(57) Es handelt sich um einen Durchlaufofen (4) zur kontinuierlichen Erwärmung einer Pressgutmatte (1), insbesondere im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten, mit einem tunnelförmigen Gehäuse (5), durch dessen Innenraum (7) die Pressgutmatte hindurchführbar ist und mit einem oder mehreren Mikrowellengeneratoren (6) zur Erzeugung von Mikrowellen, die

über ein oder mehrere Hohlleiter (8) in den Innenraum (7) des Gehäuses einstrahlbar sind. Der Ofen ist dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlleiter (8) zumindest abschnittsweise als Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) ausgebildet sind, die jeweils mehrere Austrittsschlitze (9) für die Einkopplung der Mikrowellen in den Innenraum (7) aufweisen.

Fig.1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Durchlaufofen zur kontinuierlichen Erwärmung einer Pressgutmatte, insbesondere im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten,

mit einem tunnelförmigen Gehäuse, durch dessen Innenraum die Pressgutmatte hindurchführbar ist und mit einem oder mehreren Mikrowellengeneratoren zur Erzeugung von Mikrowellen, die über ein oder mehrere Hohlleiter in den Innenraum des Gehäuses einstrahlbar sind.

[0002] Pressgutmatte meint im Rahmen der Erfindung bevorzugt eine Matte bzw. Materialbahn aus (beleimten) Partikeln, z. B. Spänen oder Fasern, bevorzugt Holzspänen oder Holzfasern im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten. Dabei werden die Partikel, z. B. Holzspäne oder Holzfasern in der Regel auf einen Streubandförderer oder dergleichen unter Bildung einer Pressgutmatte aufgestreut und die so erzeugte Pressgutmatte durchläuft anschließend eine Presse, z. B. eine kontinuierlich arbeitende Doppelbandpresse, in welcher die Pressgutmatte unter Anwendung von Druck und/oder Wärme zu einer (Holzwerkstoff-)Platte bzw. Plattenstrang verpresst wird. Zur Optimierung des Pressprozesses erfolgt eine Vorwärmung des Pressgutes bzw. der Pressgutmatte, und zwar im Rahmen der Erfindung mit Hilfe einer Pressgutmatte-Vorwärmeinrichtung, die als Durchlaufofen ausgebildet ist. Die Pressgutmatte wird folglich mit Hilfe von Mikrowellenstrahlung vorgewärmt. Mikrowellenstrahlung meint dabei erfindungsgemäß elektromagnetische Strahlung in einem Frequenzbereich von 100 MHz bis 300 GHz, bevorzugt 300 MHz bis 100 GHz. Die Mikrowellenstrahlung wird in einem oder mehreren Mikrowellengeneratoren, z. B. Magnetronen, erzeugt und über Hohlleiter in den Innenraum des Gehäuses eingestrahlt bzw. eingekoppelt.

[0003] Ein Durchlaufofen zum kontinuierlichen Vorwärmen einer Pressgutmatte der eingangs beschriebenen Art ist z. B. aus der EP 2 247 418 B1 bekannt. Dabei werden zur Erwärmung der Pressgutmatte Mikrowellen in einem Frequenzbereich von 2400 bis 2500 MHz verwendet, wobei die Mikrowellen für jede Pressflächenseite aus 20 bis 300 Mikrowellenerzeugern mit Magnetronen eine Leistung von 3 bis 50 KW erzeugt werden. Der Einlauf und der Auslauf des Durchlaufofens sollen in Höhe und/oder Breite veränderlich ausgeführt sein. Zur Veränderung des Einlaufs oder Auslaufs können bewegliche Absorptionselemente vorgesehen sein, z. B. Absorbersteine und/oder Wasserbehälter.

[0004] In der DE 697 37 417 T2 wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Produkten aus Holz bzw. Holzfasern beschrieben, wobei Mikrowellen zur Vorerwärmung eines Bindemittels eingesetzt werden. Dabei sollen insbesondere Furnierhölzer hergestellt werden.

[0005] Das deutsche Gebrauchsmuster DE 20 2015 102 422 U1 beschreibt eine Vorrichtung zum kontinuier-

lichen Erwärmen von Materialien aus im Wesentlichen nicht metallischem Material, umfassend einen Durchlaufofen zur kontinuierlichen Erwärmung von Material auf einem endlos umlaufenden Transportband, wobei der Durchlaufofen eine Mehrzahl von Magnetronen zur Erzeugung von elektromagnetischen Wellen und Hohlleiter mit Austrittsöffnungen zur Einspeisung der Wellen in einen Strahlungsraum aufweist. Bei zumindest zwei Austrittsöffnungen, welche in und/oder quer zur Produktionsrichtung als nächster Nachbar angeordnet sind, schließen die Hauptachsen der Austrittsöffnungen einen Winkel größer 0° ein und/oder die Verbindungslinie der Schwerpunkte der Flächen der Austrittsöffnungen schließen einen Winkel von größer 0 auf die Senkrechte zur Produktionsrichtung ein. Durch diese Maßnahme soll eine gleichmäßige Erwärmung des Materials sichergestellt werden.

[0006] Im Übrigen kennt man aus der WO 2008/067996 A1 eine Mikrowellenheizeinrichtung, die insbesondere für keramische Werkstoffe und Formteile ausgebildet ist und mehrere Mikrowellengeneratoren zur Abstrahlung von Mikrowellen mit einer Frequenz von 300 MHz bis 5,8 GHz aufweist. Die Einkopplung der hoch- und niederfrequenten Mikrowellen erfolgt über mehrere in die Decke und den Bodenbereich der Trockenkammer eingelassenen Einkoppelemente. Dabei soll es sich um auf die Abgabefrequenz abgestimmte Schlitzantennen handeln. Um eine besonders gleichmäßige Mikrowellenverteilung zu erreichen, ist die Anordnung von mehreren Feldführern im Deckenbereich der Trockenkammer vorgesehen. Der Schwerpunkt der Erfindung liegt dabei in der industriellen Trocknung von keramischen Materialien und mineralischen Isolationswerkstoffen. Auf die Ausgestaltung von Vorwärmeinrichtungen für die Holzwerkstoffplattenindustrie hatten diese Überlegungen keinen Einfluss.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Durchlaufofen zu schaffen, mit dem sich eine Pressgutmatte, insbesondere für die Herstellung von Holzwerkstoffplatten, effizient und wirtschaftlich erwärmen bzw. vorwärmen lässt.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe lehrt die Erfindung bei einem gattungsgemäßen Durchlaufofen der eingangs beschriebenen Art, dass der bzw. die Hohlleiter zumindest abschnittsweise als Hohlleiter-Schlitzantenne(n) ausgebildet ist/sind, der bzw. die (jeweils) einen Schlitzantennenabschnitt mit jeweils mehreren Austrittsschlitz für die Einkopplung der Mikrowellen in den Innenraum aufweisen. Schlitzantennenabschnitt meint dabei einen Abschnitt des Hohlleiters bezogen auf die Längsrichtung und folglich einen Längenabschnitt des Hohlleiters. Bei einem Hohlleiter handelt es sich in grundsätzlich bekannter Weise um einen Wellenleiter für elektromagnetische Wellen (hier: Mikrowellen). Der Hohlleiter ist als Metallrohr mit bevorzugt rechteckigem (ggf. auch kreisförmigem oder elliptischem) Querschnitt ausgebildet. Solche Hohlleiter werden beim Stand der Technik für den Transport der in dem Mikrowellengenerator

erzeugten Mikrowellen in dem Ofen verwendet, wenn die Mikrowellengeneratoren nicht unmittelbar an das Gehäuse angeschlossen sind. Während die Mikrowellen beim Stand der Technik in der Regel aus den stirnseitig offenen Enden der Hohlleiter austreten und in den Innenraum des Ofens eingestrahlt werden, schlägt die Erfindung vor, dass die Hohlleiter (zumindest abschnittsweise) als Hohlleiter-Schlitzantennen ausgebildet sind, welche jeweils eine Vielzahl von Austrittsschlitzen aufweisen. Bevorzugt ist der Hohlleiter bzw. die Hohlleiterschlitzzantenne endseitig, und zwar an dem dem Mikrowellengenerator abgewandten Ende mit einer Stirnwand verschlossen. Die Mikrowellen treten folglich nicht stirnseitig aus dem Hohlleiter aus, sondern sie werden über die eine Längswand, die sogenannten Antennenwand, der Hohlleiter-Schlitzantenne abgestrahlt, und zwar durch die dort angeordneten Austrittsschlitze. Die Mikrowellen treten folglich auf der dem Mikrowellengenerator zugewandten Seite in den Hohlleiter bzw. in die Hohlleiterschlitzzantenne ein und werden auf dem gegenüberliegenden geschlossenen Ende bzw. der Stirnwand reflektiert, so dass sich innerhalb der Hohlleiterschlitzzantenne eine stehende Welle mit der sogenannten Hohlleiterwellenlänge ausbildet, d. h. es entstehen zwei Schwingungsbäuche je Hohlleiterwellenlänge. Das auf diese Weise entstehende Feld wird über die in eine Antennenwand eingebrachten Schlitze stark gestört und durch diese Störung tritt das Feld aus der Hohlleiter-Schlitzantenne aus und breitet sich von diesen in den Raum aus, d. h. in den Innenraum des Ofens.

[0009] Dabei hat die Erfindung erkannt, dass bei der herkömmlichen Einstrahlung über die stirnseitig offene Hohlleiter beim Eintritt der Mikrowellen in den Innenraum des Ofengehäuses Reflexionen entstehen und die Strahlung ungerichtet in den Innenraum eintritt, so dass eine ungleichmäßige Erwärmung erfolgt. Über die Hohlleiter-Schlitzantenne erfolgt eine gerichtete Bestrahlung der Pressgutmatte, d. h. die eingetragene Energiemenge wird auf die Pressgutmatte gelenkt und es werden Reflexionen vermieden. Die "Ausleuchtung" der Pressgutmatte wird verbessert. Solche Schlitzantennen sind aus der Kommunikationstechnik grundsätzlich bekannt, um bestimmte Sektoren eines Versorgungsbereichs gleichmäßig und gezielt funktechnisch anzusprechen. Die Erfindung überträgt derartige Überlegungen auf den Bereich der Mikrowellenerwärmung von Pressgutmatten für die Holzwerkstoffindustrie. Bevorzugt weisen die Hohlleiter-Schlitzantennen (jeweils) einen rechteckigen Querschnitt auf. Die Hohlleiter-Schlitzantenne erstreckt sich entlang einer Längsrichtung, so dass die Hohlleiterschlitzzantenne einen vorgegebenen Längenabschnitt des Hohlleiters bildet, wobei dieser Schlitzantennenabschnitt eine sich entlang der Antennenlängsrichtung erstreckende Antennenwand aufweist, in welcher die Austrittsschlitze angeordnet sind. Der Hohlleiter kann folglich außerdem über einen (herkömmlichen) Hohlleiterabschnitt ohne Schlitze verfügen. Ausgehend von dem Mikrowellengenerator kann der Hohlleiter folglich zunächst

einen Hohlleiterabschnitt ohne Schlitze und einen sich daran anschließenden Schlitzantennenabschnitt mit Schlitzen aufweisen. Der Hohlleiter (mit Hohlleiterabschnitt und Antennenabschnitt) kann sich dabei gerade in einer Richtung und mit im Wesentlichen identischen Querschnitt erstrecken. Es liegt jedoch ebenfalls im Rahmen der Erfindung, dass sich der Hohlleiterabschnitt oder ein Hohlleiterschnitt in einer anderen Richtung erstreckt als der Schlitzantennenabschnitt, so dass innerhalb des Hohlleiters eine räumliche Umlenkung erfolgen kann. Dieses ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn die Anordnung der Mikrowellengeneratoren im Raum dieses erfordert.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform ragen die Hohlleiter-Schlitzantennen (d. h. die Antennenabschnitte der Hohlleiter) in den Innenraum des Gehäuses hinein, d. h. sie durchbrechen die Gehäusewand, die Hohlleiter enden folglich nicht mit dem Eintritt in das Gehäuse, sondern sie erstrecken sich durch die Gehäusewand hindurch und ragen als Hohlleiter-Schlitzantennen in das Gehäuse hinein, so dass sie oberhalb und/oder unterhalb der Pressgutmatte angeordnet sind und die Pressgutmatte gezielt von oben und/oder von unten (gerichtet) bestrahlen.

[0011] In einer alternativen Ausgestaltung können die Hohlleiter-Schlitzantennen außenseitig an das Gehäuse angeschlossen sein bzw. außenseitig an das Gehäuse angesetzt sein, so dass die Antennenwand von einem Bereich des Gehäuses bzw. der Gehäusewand gebildet wird bzw. die Antennenwand einen Teil der Gehäusewand bildet.

[0012] In einer Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Hohlleiter-Schlitzantennen (bzw. der Antennenabschnitt der Hohlleiter) quer zur Durchlaufrichtung, d. h. sie sind quer zur Ofenlängsrichtung angeordnet. Die Längsrichtung der Hohlleiter-Schlitzantenne erstreckt sich folglich quer bzw. senkrecht zur Durchlaufrichtung des Ofens. Bei einer solchen Ausführungsform ist es zweckmäßig, wenn mehrere Hohlleiter-Schlitzantennen hintereinander angeordnet sind.

[0013] Alternativ liegt es im Rahmen der Erfindung, dass die Hohlleiter-Schlitzantennen nicht quer zur Durchlaufrichtung, sondern parallel zur Durchlaufrichtung und folglich Ofenlängsrichtung angeordnet sind, so dass sich die Hohlleiter-Schlitzantennen mit ihrer Längsrichtung entlang der Durchlaufrichtung erstrecken. Bei einer solchen Ausführungsform ist es zweckmäßig, wenn mehrere Hohlleiter-Schlitzantennen quer zur Durchlaufrichtung nebeneinander angeordnet sind, so dass auch hier eine Bestrahlung der Pressgutmatte mit mehreren Hohlleiter-Schlitzantennen erfolgt.

[0014] Die Hohlleiter selbst und insbesondere deren Hohlleiter-Schlitzantennenabschnitte bzw. Hohlleiter-Schlitzantennen weisen bevorzugt einen rechteckigen Querschnitt auf, wobei vorzugsweise die durch die Antennenwand (welche die Schlitze aufweist) definierte Breite das 1,5-fache bzw. 2,5-fache, besonders bevorzugt das 2-fache der Höhe der Hohlleiter-Schlitzantenne

beträgt.

[0015] Die Hohlleiter-Schlitzantenne, z. B. deren Antennenwand, weist bevorzugt zumindest zwei parallel zueinander verlaufende, beabstandete Schlitzreihen auf, wobei jede Schlitzreihe bevorzugt mehrere hintereinander beabstandete angeordnete Schlitze aufweist. Die beiden Schlitzreihen sind dabei bevorzugt versetzt und folglich mit Abstand zur Mittellinie der Hohlleiter-Schlitzantenne bzw. der Antennenwand angeordnet. Außerdem sind die einzelnen Schlitze der beiden Schlitzreihen entlang der Längsrichtung bevorzugt versetzt zueinander angeordnet. Diesbezüglich wird auf die Figurenbeschreibung verwiesen.

[0016] Die einzelnen Schlitze sind bevorzugt rechteckig ausgebildet. Sie können eine Länge von z. B. 100 mm bis 200 mm aufweisen.

[0017] Insgesamt kann im Rahmen der Erfindung in Abhängigkeit von der Ofengeometrie und der Mattengeometrie eine vielfältige Abstimmung bzw. Auslegung der Hohlleiter-Schlitzantennen hinsichtlich Hohlleitergeometrie und Schlitzgeometrie erfolgen, und zwar unter Berücksichtigung der jeweiligen Mikrowellenlänge. Mit Hilfe von Simulationen kann eine Optimierung erfolgen, so dass vor allem Reflexionen beim Eintritt in das Innere des Ofens vermieden werden und eine gleichmäßige gezielte Ausleuchtung der Pressgutmatte (z. B. von oben und/oder von unten) erfolgen.

[0018] Gegenstand der Erfindung ist auch ein Verfahren zur Vorwärmung einer Pressgutmatte, insbesondere im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten, mit einem Durchlaufofen der beschriebenen Art. Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Pressgutmatte durch den Innenraum des Gehäuses hindurchgeführt und mit den aus den Hohlleiter-Schlitzantennen austretenden Mikrowellen bestrahlt und dabei erwärmt wird. Der Verwendung eines solchen Durchlaufofens für die Vorwärmung von (beleimten) Holzwerkstoff-Matten im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten kommt folglich erfindungsgemäß besondere Bedeutung zu. Die Vorrichtung ist folglich bevorzugt als Holzwerkstoffmatten-Erwärmungseinrichtung bzw. Vorwärmungseinrichtung ausgebildet. Der Durchlaufofen selbst kann z. B. einen rechteckförmigen Querschnitt aufweisen, so dass die Pressgutmatte in vorgegebener Höhe durch den rechteckförmigen Innenraum läuft. Die Hohlleiter-Schlitzantennen können - wie bereits beschrieben - quer zur Durchlaufrichtung in den Innenraum ragen oder auf den Innenraum aufgesetzt werden, so dass die Pressgutmatte z. B. von oben bestrahlt wird. Alternativ können die Hohlleiter-Schlitzantennen auch parallel zur Durchlaufrichtung innerhalb des Innenraums angeordnet sein oder auf den Innenraum bzw. auf das Gehäuse aufgesetzt sein. In diesem Fall bildet z. B. die mit den Schlitzen versehene Antennenwand einen Teil der oberen Gehäusewand, in dem die Hohlleiter-Schlitzantenne unmittelbar an die obere Gehäusewand angesetzt ist. Die Bestrahlung kann von oben auf die Oberseite der Matte und/oder von unten auf die Unterseite der Matte erfolgen.

[0019] Das tunnelförmige Gehäuse kann alternativ im Querschnitt auch oval ausgebildet sein und z. B. eine Breite aufweisen, die größer als die Höhe ist. Auch in einem solchen Fall bestehen die beschriebenen Optionen. Sofern bei einem solchen ovalen, z. B. ellipsenförmigen Gehäuse die Schlitzantennen außenseitig an das Gehäuse angesetzt sind, besteht die Möglichkeit, dass die Hohlleiter-Schlitzantennen der ovalen Gehäuseform folgen und folglich selbst entlang der Längsrichtung gekrümmt ausgebildet sind.

[0020] Das tunnelförmige Gehäuse weist in der Regel nicht nur einen Gehäusemantel (mit z. B. rechteckigem oder ovalem Querschnitt auf), sondern außerdem eine eingangsseitige Stirnwand sowie eine ausgangsseitige Stirnwand, welche den Ofen eingangsseitig und ausgangsseitig abschließen. Da die zu erwärmende Materialbahn kontinuierlich durch den Durchlaufofen hindurchgeführt werden soll, weisen die eingangsseitige Stirnwand und/oder die ausgangsseitige Stirnwand einerseits eine eingangsseitige Öffnung andererseits eine ausgangsseitige Öffnung auf, durch welche die durchlaufende Materialbahn in das Gehäuse eintreten und aus dem Gehäuse austreten kann. Um Verluste im Bereich dieser Öffnungen zu vermeiden bzw. zu reduzieren, ist es zweckmäßig, an die eingangsseitige Öffnung und/oder an die ausgangsseitige Öffnung einerseits einen Eingangstunnel und andererseits einen Ausgangstunnel anzuschließen, wobei ein solcher Eingangstunnel bzw. Ausgangstunnel in der Regel einen deutlich geringeren Querschnitt bzw. eine deutlich geringere Querschnittsfläche aufweist, als der Durchlaufofen selbst bzw. dessen Gehäuse, so dass die Mikrowellenverluste durch den Eingangstunnel und den Ausgangstunnel hindurch gering gehalten werden. Es sind der Eingangstunnel und der Ausgangstunnel in der Regel konstruktiv sowie Hohlleiter ausgebildet, die aus einem elektrisch leitenden Material (z. B. Metall) gefertigt sind, wobei diese Tunnel hinsichtlich Breite und Höhe so dimensioniert sind, dass keine bzw. eine möglichst geringe Ausbreitung der Mikrowellen der bestimmten Wellenlänge erfolgt, so dass sie gleichsam "destruktiv" arbeiten, indem die Schwingungsmoden der Mikrowellen unterdrückt werden.

[0021] Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Herstellung von Holzwerkstoffplatten mit einem Durchlaufofen in einer stark vereinfachten Seitenansicht,

Fig. 2 einen erfindungsgemäßen Durchlaufofen der Vorrichtung nach Fig. 1 in einer vereinfachten perspektivischen Darstellung,

Fig. 3 eine Hohlleiter-Schlitzantenne im Bereich der zu erwärmenden Pressgutmatte,

- Fig. 4** die Schlitzwand einer Hohlleiter-Schlitzantenne in einer Draufsicht,
- Fig. 5** eine abgewandelte Ausführungsform des Gegenstandes nach Fig. 3,
- Fig. 6** ein schematisch vereinfachtes Funktionsdiagramm eines erfindungsgemäßen Durchlaufofens,
- Fig. 7** eine abgewandelte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Durchlaufofens.

[0022] In Fig. 1 ist vereinfacht eine Anlage zur Herstellung von Holzwerkstoffplatten im kontinuierlichen Durchlauf dargestellt. Zunächst wird mit Hilfe einer Streuvorrichtung das zu verpressende Streugut (z. B. Holzfasern oder Holzspäne) unter Bildung einer Streugutmatte 1 auf einen Streubandförderer 2 aufgestreut. Die auf diese Weise hergestellte Streugutmatte 1 wird in einer kontinuierlich arbeitenden Presse 3 unter Anwendung von Druck und Wärme zu der Holzwerkstoffplatte (z. B. Spanplatte oder Faserplatte) verpresst. Eine solche Presse 3 ist in der Regel als Doppelbandpresse ausgebildet, die eine obere Heizplatte und eine untere Heizplatte und im Pressenoberteil und im Pressenunterteil endlos umlaufende Pressbänder (z. B. Stahlpressbänder) aufweist, wobei diese Pressbänder unter Zwischenschaltung von Wälzkörperaggregaten (z. B. Holzstangen) an den Pressenplatten/Heizplatten abgestützt sind. Eine der Heizplatten oder auch beide Heizplatten werden mit Presszylindern beaufschlagt, die an dem Pressengestell (z. B. an Pressenrahmen) abgestützt sind.

[0023] Um den Pressprozess innerhalb der Presse 3 zu optimieren, erfolgt im Rahmen der Erfindung eine Vorwärmung der Pressgutmatte 1 mit Hilfe eines in Fig. 1 lediglich angedeuteten Durchlaufofens 4. Zur Vorwärmung der Materialbahn 1 durchläuft die Pressgutmatte 1 folglich den Durchlaufofen 4, der ein tunnelförmiges Gehäuse 5 aufweist. Außerdem weist der Durchlaufofen 4 eine Vielzahl von Mikrowellengeneratoren 6 auf, mit denen Mikrowellen erzeugt werden, so dass die Materialbahn 1 im Innenraum 7 des Gehäuses 5 beaufschlagt und folglich erwärmt wird. Bei den Mikrowellengeneratoren 6 kann es sich um Magnetronen handeln bzw. die Generatoren können solche Magnetronen aufweisen. Die Mikrowellengeneratoren 6 sind dabei über Hohlleiter 8 an das Gehäuse 5 angeschlossen, so dass die Mikrowellen über die Hohlleiter 8 in den Innenraum 7 des Gehäuses eingestrahlt werden.

[0024] Das tunnelförmige Gehäuse 5 weist einen Gehäusemantel 10 auf, der im Ausführungsbeispiel einen rechteckigen Querschnitt besitzt. Außerdem weist das Gehäuse 5 eine eingangsseitige Stirnwand 11 und eine ausgangssseitige Stirnwand 12 auf, wobei die eingangsseitige Stirnwand eine eingangsseitige Öffnung 13 und die ausgangssseitige Stirnwand eine ausgangssseitige Öffnung 14 aufweisen, durch welche die Pressgutmatte

1 in das Gehäuse 5 einläuft und aus dem Gehäuse 5 austritt. Dabei sind in dem dargestellten Ausführungsbeispiel an die eingangsseitige Öffnung 13 ein Eingangstunnel 15 und an die ausgangssseitige Öffnung 14 ein Ausgangstunnel 16 angeschlossen, mit denen das Austreten der Mikrowellen aus dem Gehäuseinnenraum vermieden bzw. reduziert werden. Dazu können der Eingangstunnel 15 und der Ausgangstunnel 16 nach Art von Hohlleitern als z. B. rechteckige Rohre ausgebildet sein, die jedoch derart dimensioniert sind, dass die entsprechenden Moden der Mikrowellenstrahlen unterdrückt werden.

[0025] Die Pressgutmatte 1 durchläuft den Durchlaufofen 4 auf einem Formband bzw. Transportband 17, welches aus einem nichtleitenden Material besteht, so dass es unproblematisch durch den Mikrowellenofen 4 während des Betriebs hindurchgeführt werden kann. Dabei kann es sich grundsätzlich um dasselbe Formband handeln, auf das die Pressgutmatte aufgestreut wird. Es liegt jedoch ebenso im Rahmen der Erfindung, ein separates, endlos umlaufendes Formband 17 für den Durchlaufofen vorzusehen, so dass die zuvor auf ein erstes Formband 2 aufgestreute Pressgutmatte 1 anschließend an ein zweites Formblatt 17 abgegeben wird, welches den Durchlaufofen 4 durchläuft. Erfindungsgemäß sind die Hohlleiter 8 zumindest abschnittsweise als Hohlleiter-Schlitzantennen 8a ausgebildet, wobei diese Hohlleiter-Schlitzantennen 8a jeweils mehrere Austrittsschlitze 9 für die Einkopplung der Mikrowellen in den Innenraum 7 aufweisen. In den Figuren ist erkennbar, dass die Hohlleiter 8 in grundsätzlich bekannter Weise einen Hohlleiterabschnitt aufweisen, an den sich dann ein Schlitzantennenabschnitt unter Bildung der Hohlleiter-Schlitzantenne 8a anschließt. Die Hohlleiter-Schlitzantenne 8a ist folglich bezogen auf die Längsrichtung des Hohlleiters 8 ein Teil bzw. ein Abschnitt des Hohlleiters 8, welcher den Schlitzantennenabschnitt 8a des Hohlleiters 8 definiert, wobei die Hohlleiter-Schlitzantenne 8a bzw. der Schlitzantennenabschnitt des Hohlleiters eine Länge L aufweist, wobei in diesem Längenabschnitt mit der Länge L die Austrittsschlitze 9 angeordnet sind. Dabei sind die Austrittsschlitze 9 in einer Wand, nämlich in der Antennenwand 18 angeordnet. Die Hohlleiter bzw. Hohlleiter-Schlitzantennen 8a weisen dabei im Ausführungsbeispiel einen rechteckigen Querschnitt auf, wobei die Antennenwand 18 mit den Austrittsschlitzen 9 (und deren gegenüberliegende Wand) eine größere Breite B als die quer dazu verlaufenden Wände aufweisen (die eine Breite bzw. Höhe H aufweisen). Im Ausführungsbeispiel beträgt die Breite B der Hohlleiter-Schlitzantenne (wie auch der Hohlleiter) in etwa das 2-fache der Höhe H. Die Stirnwand 19 verschließt die Hohlleiter-Schlitzantenne 8a an dem dem Mikrowellengenerator 6 gegenüberliegenden Ende des Hohlleiters 8. Auf diese Weise bildet sich in dem Hohlleiter 8 und insbesondere in der Hohlleiter-Schlitzantenne 8a eine stehende Welle aus, deren Feld durch die in die Antennenwand 18 eingebrachten Schlitze 9 gestört wird, so dass die Mikrowellen über die

Schlitze 9 gerichtet in den Innenraum des Ofens eintreten und die Pressgutmatte 1 erwärmen.

[0026] In dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ragen die Hohlleiter-Schlitzantennen 8a (d. h. die Antennenabschnitte der Hohlleiter 8) in den Innenraum 7 des Gehäuses 5 hinein durch die Gehäusewand 10. Die Hohlleiter 8 kragen folglich mit ihrem Antennenabschnitt (der die Hohlleiter-Schlitzantenne bildet) um ein vorgegebenes Maß (z. B. um die Länge L der Hohlleiter-Schlitzantenne) in den Innenraum des Gehäuses hinein. Dabei erstrecken sich die Hohlleiter-Schlitzantennen 8a in dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel quer zur Durchlaufrichtung D, welche die Ofenlängsrichtung definiert. Dabei ist erkennbar, dass mehrere Hohlleiter-Schlitzantennen 8a (die quer zur Durchlaufrichtung verlaufen) entlang der Durchlaufrichtung D hintereinander angeordnet sind. Eine einzelne dieser Hohlleiter-Schlitzantennen ist bei in Fig. 3 dargestellt. Es ist erkennbar, dass aus den Austrittsschlitzen das Mikrowellenfeld M gezielt gerichtet auf die Pressgutmatte 1 gestrahlt wird. Die in die Antennenwand 18 der Schlitzantenne 8a eingebrachten Schlitze 9 sind in Fig. 4 dargestellt. Es ist erkennbar, dass eine solche Schlitzantenne 8a bzw. deren Antennenwand 18 (zumindest) zwei parallel zueinander verlaufende Schlitzreihen 9' aufweist, die jeweils mehrere hintereinander beabstandet angeordnete Schlitze 9 aufweisen. Die beiden Schlitzreihen 9' sind dabei mit einem Abstand A zueinander angeordnet und die einzelnen Schlitze 9 einer Schlitzreihe 9' sind mit einem Abstand a hintereinander angeordnet. Dabei sind die Schlitze 9 der beiden Reihen 9' entlang der Längsrichtung des Hohlleiters versetzt zueinander angeordnet. Im Übrigen ist erkennbar, dass die beiden Schlitzreihen 9' versetzt zur Mittellinie X der Antennenwand 18 angeordnet sind, d. h. sie weisen einen Abstand V als Versatz zur Mittellinie X auf. Die Schlitze 9 selbst sind dabei rechteckig mit einer Länge l ausgebildet.

[0027] In Fig. 5 ist vereinfacht eine abgewandelte Ausführungsform der Erfindung dargestellt, bei welcher die Hohlleiter-Schlitzantenne 8a nicht quer, sondern parallel durch Durchlaufrichtung D angeordnet sind, so dass sie sich entlang der Durchlaufrichtung erstrecken. Auch dabei besteht die Möglichkeit, mehrere Hohlleiter-Schlitzantennen 8a vorzustehen, die dann bevorzugt quer zur Durchlaufrichtung nebeneinander angeordnet sind. Dieses ist in Fig. 5 nicht dargestellt.

[0028] In der in den Fig. 2 bis 5 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ragen die Hohlleiter-Schlitzantennen 8a durch den Gehäusemantel 10 in den Innenraum 7 des Gehäuses 5 hinein, so dass die Hohlleiter-Schlitzantennen 8a ein von dem Gehäuse 5 separates Antennengehäuse aufweisen.

[0029] In Fig. 7 ist eine demgegenüber abgewandelte Ausführungsform vereinfacht dargestellt, bei welcher die Hohlleiter-Schlitzantenne 8a außenseitig an das Gehäuse 5 angeschlossen ist, so dass die Antennenwand 18 von einem Bereich des Gehäuses 5 bzw. des Gehäusemantels 10 gebildet wird bzw. die Antennenwand selbst

einen Teil des Gehäuses bzw. des Gehäusemantels bildet. Die Schlitze 9 sind bei dieser Ausführungsform gleichsam in den Gehäusemantel 10 eingebracht. Dieses lässt sich z. B. so realisieren, dass ein im Querschnitt U-förmiges metallisches Rohr seitlich an das Gehäuse 5, 10 angesetzt bzw. aufgesetzt wird, so dass zusammen mit der Gehäusewand ein Hohlleiter mit rechteckigem Querschnitt entsteht, wobei die Schlitze 9 dann in die Gehäusewand eingebracht sind. Eine solche Ausführungsform lässt sich auch bei einem Gehäuse 5 realisieren, dass keinen rechteckigen Querschnitt, sondern z. B. einen ovalen Querschnitt aufweist, wobei die Hohlleiter-Schlitzantenne dann gekrümmt ausgebildet und an den Außenumfang des ovalen Gehäuses angepasst sein kann. Dieses ist in den Figuren nicht dargestellt.

[0030] In Fig. 2 ist im Übrigen erkennbar, dass sechs Mikrowellengeneratoren mit sechs Hohlleitern vorgesehen sind, so dass folglich sechs Hohlleiter-Schlitzantennen in das Gehäuse ragen. Jeder Mikrowellengenerator kann eine Leistung von 100 KW erzeugen. Die Pressgutmatte kann z. B. in einer Temperatur von 20° C bis 40° C, z. B. 35° C in den Ofen einlaufen und auf eine Temperatur von 70° C bis 100° C, z. B. 80° bis 90° C vorgewärmt werden.

[0031] In Fig. 6 ist im Übrigen schematisch vereinfacht die Erzeugung der Mikrowellen und deren Einkopplung dargestellt. Jeder einzelne Mikrowellengenerator 6 weist ein Magnetron 20 und einen Heizspannungserzeuger 21 sowie einen anoden Spannungserzeuger 22 und eine Kühlung 23 sowie einen Isolator 24 auf. Im Übrigen ist noch eine Kühlung und/oder Belüftung 25 für den Ofen angedeutet.

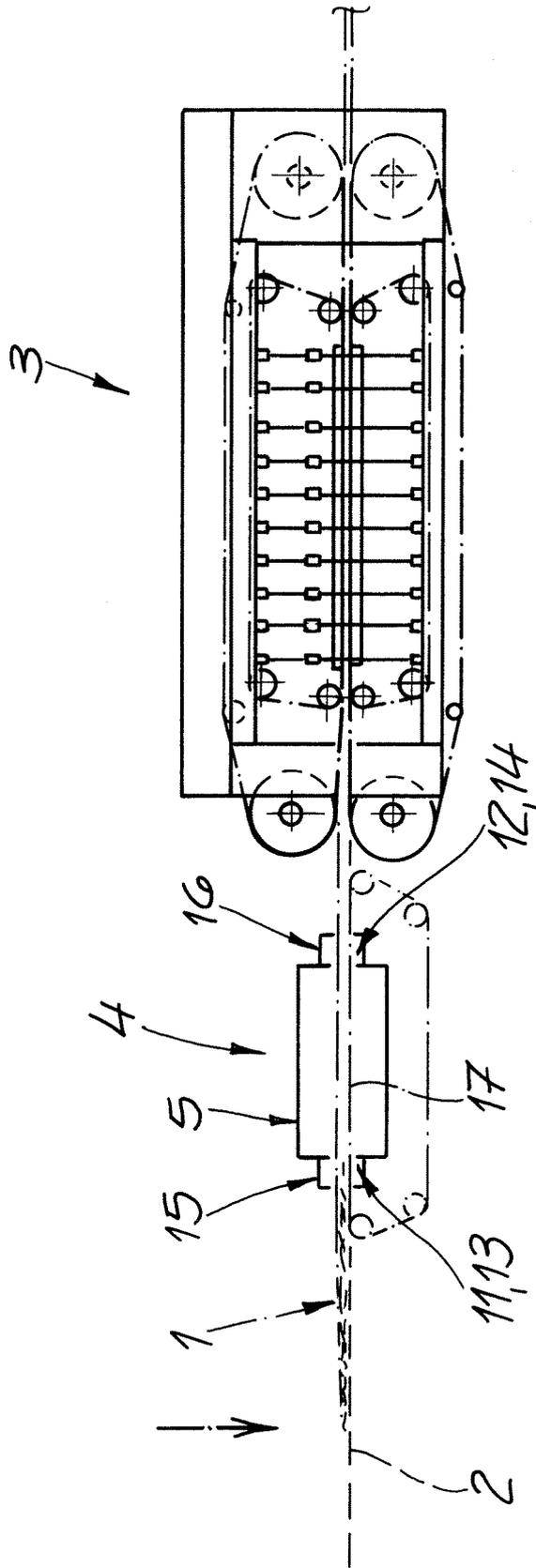
[0032] Bei der dargestellten Ausführungsform erfolgt die Bestrahlung nur von oben, d. h. die Schlitzantennen sind oberhalb der Matte angeordnet. Alternativ oder ergänzend können jedoch auch unterhalb der Matte Hohlleiter-Schlitzantennen angeordnet sein, mit denen die Matte von unten bestrahlt wird.

Patentansprüche

1. Durchlaufofen (4) zur kontinuierlichen Erwärmung einer Pressgutmatte (1), insbesondere im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten, mit einem tunnelförmigen Gehäuse (5), durch dessen Innenraum (7) die Pressgutmatte hindurchführbar ist und mit einem oder mehreren Mikrowellengeneratoren (6) zur Erzeugung von Mikrowellen, die über ein oder mehrere Hohlleiter (8) in den Innenraum (7) des Gehäuses einstrahlbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter (8) zumindest abschnittsweise als Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) ausgebildet sind, die jeweils mehrere Austrittsschlitze (9) für die Einkopplung der Mikrowellen in den Innenraum (7) aufweisen.

2. Durchlaufofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) jeweils zumindest eine Antennenwand (18) aufweisen, in welcher die Austrittsschlitze (9) angeordnet sind. 5
3. Durchlaufofen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter (8) bzw. deren Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) an den den Mikrowellengeneratoren (6) abgewandten Enden mit (jeweils) einer Stirnwand (19) verschlossen sind. 10
4. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) in den Innenraum (7) des Gehäuses (5) ragen. 15
5. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) außenseitig an das Gehäuse angeschlossen sind und dass die Antennenwand (18) von einem Bereich des Gehäuses bzw. Gehäuswand gebildet wird. 20
6. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter-Schlitzantenne (8a) quer zur Durchlaufrichtung (D) angeordnet ist. 25
7. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter-Schlitzantenne (8a) parallel zur Durchlaufrichtung (D) angeordnet ist. 30
8. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Hohlleiter (8) bzw. Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) quer zur Durchlaufrichtung nebeneinander oder entlang der Durchlaufrichtung hintereinander angeordnet sind. 35
40
9. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlleiter (8) und/oder die Hohlleiter-Schlitzantennen (8a) einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, wobei vorzugsweise die durch die Antennenwand (18) definierte Breite (B) das 1,5-fache bis 2,5-fache, vorzugsweise das 2-fache der Höhe (H) beträgt. 45
10. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzantenne (8a), z. B. deren Antennenwand (18), zumindest zwei parallel zueinander verlaufende, beabstandete Schlitzreihen (9') mit jeweils mehreren hintereinander beabstandet angeordneten Schlitzen (9) aufweist, wobei die Schlitze (9) der beiden Reihen (9') vorzugsweise entlang der Längsrichtung der Schlitzantenne versetzt zueinander angeordnet sind. 50
55
11. Durchlaufofen nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlitzreihen (9') versetzt zur Mittellinie (X) der Antennenwand (18) angeordnet sind.
12. Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Austrittsschlitze (9) rechteckig ausgebildet sind und z. B. eine Länge (l) von 100 mm bis 200 mm, aufweisen.
13. Verfahren zur Vorwärmung einer Pressgutmatte, insbesondere im Zuge der Herstellung von Holzwerkstoffplatten, mit einem Durchlaufofen nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Pressgutmatte durch den Innenraum des Gehäuses hindurchgeführt und mit den aus den Hohlleiter-Schlitzantennen austretenden Mikrowellen bestrahlt und dabei erwärmt wird.

Fig. 1



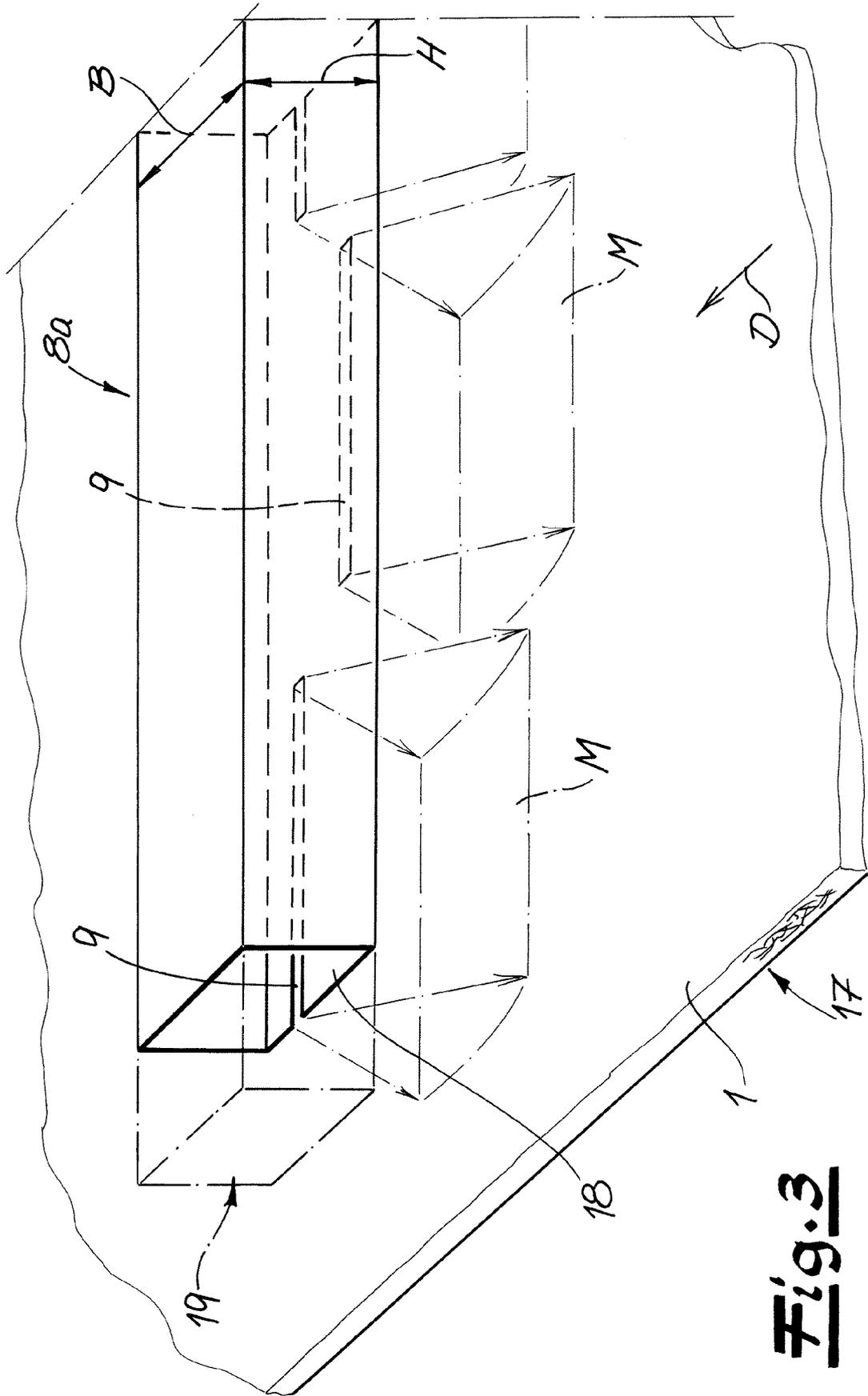
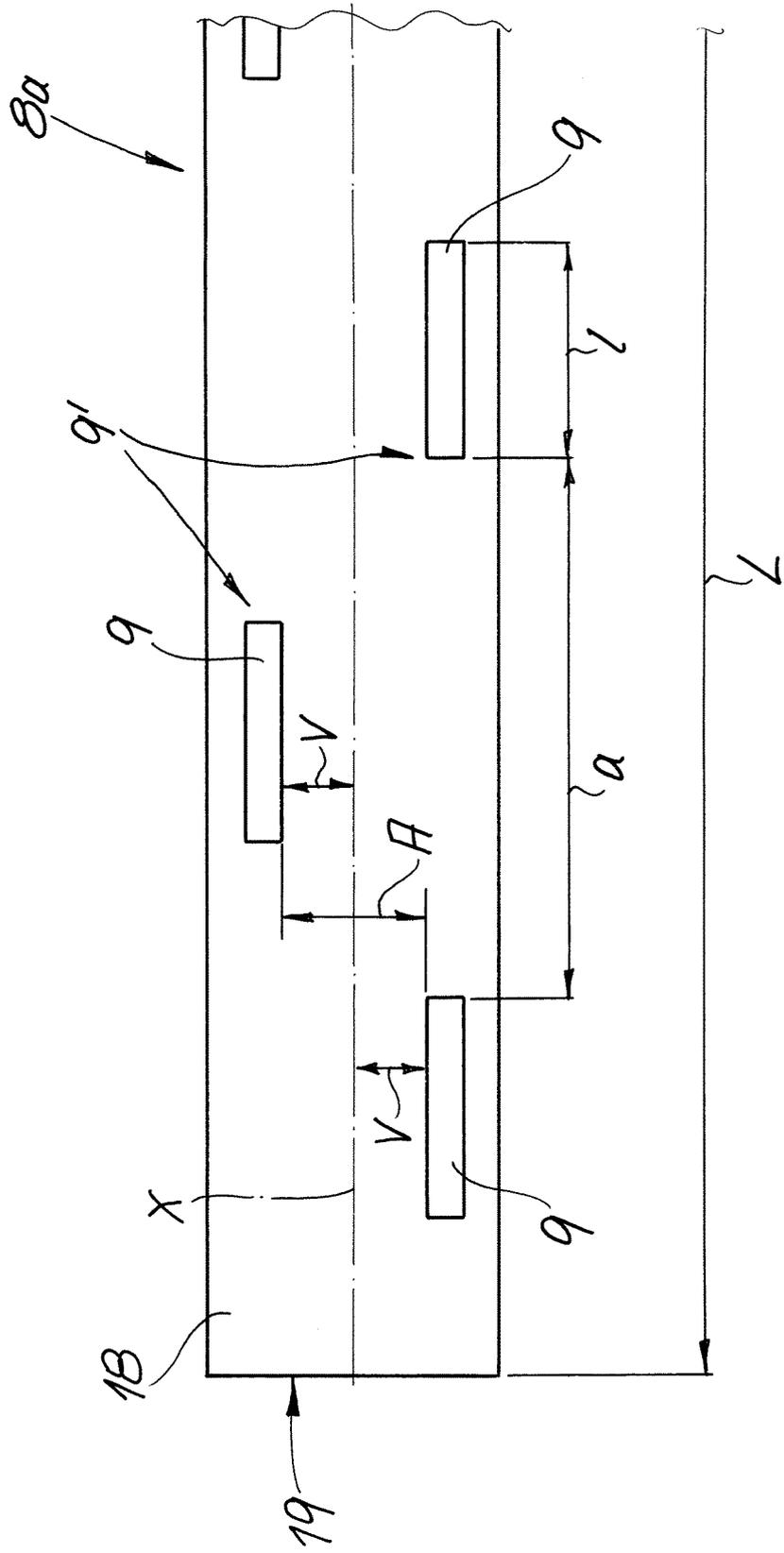


Fig. 3

Fig. 4



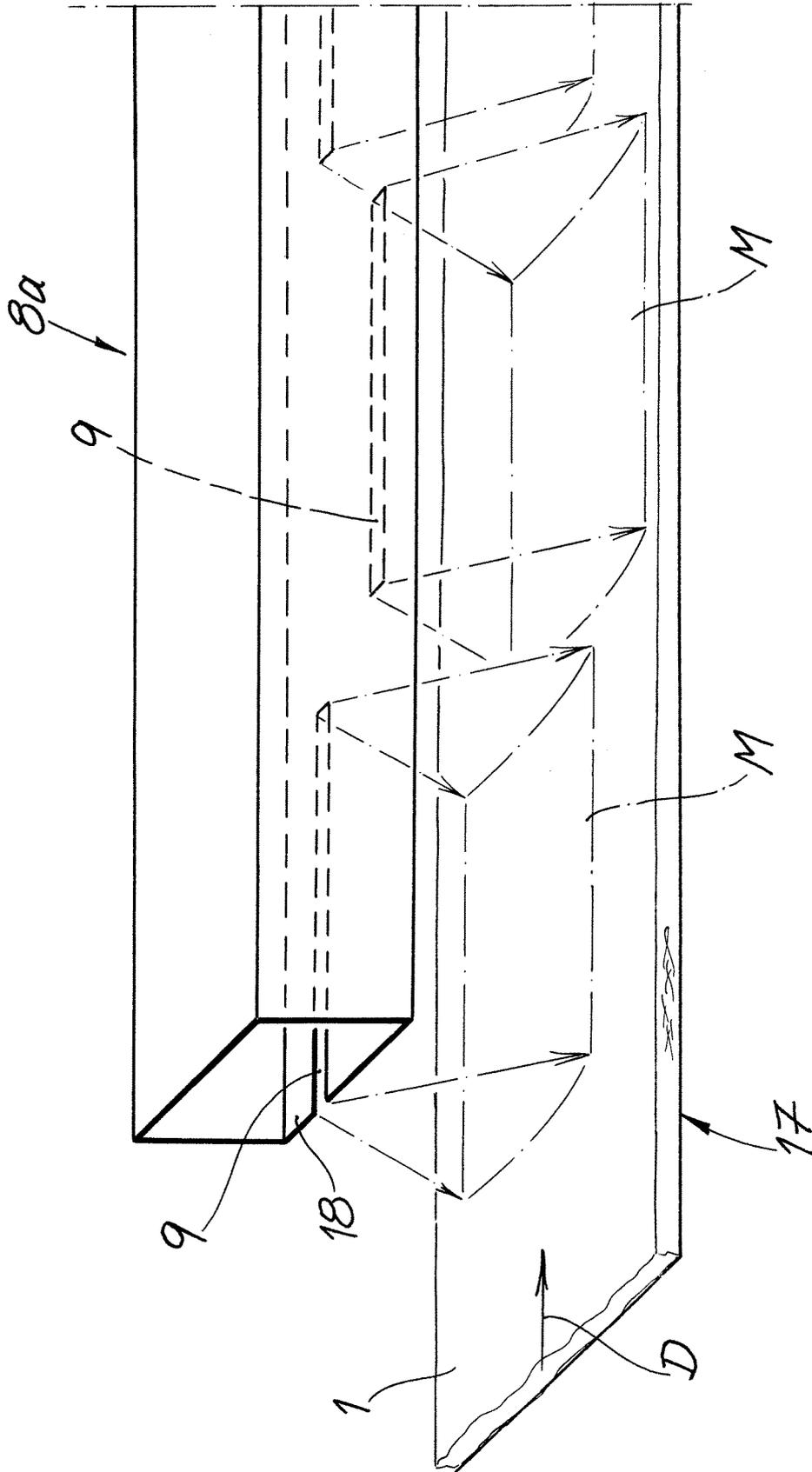


Fig. 5

Fig. 6

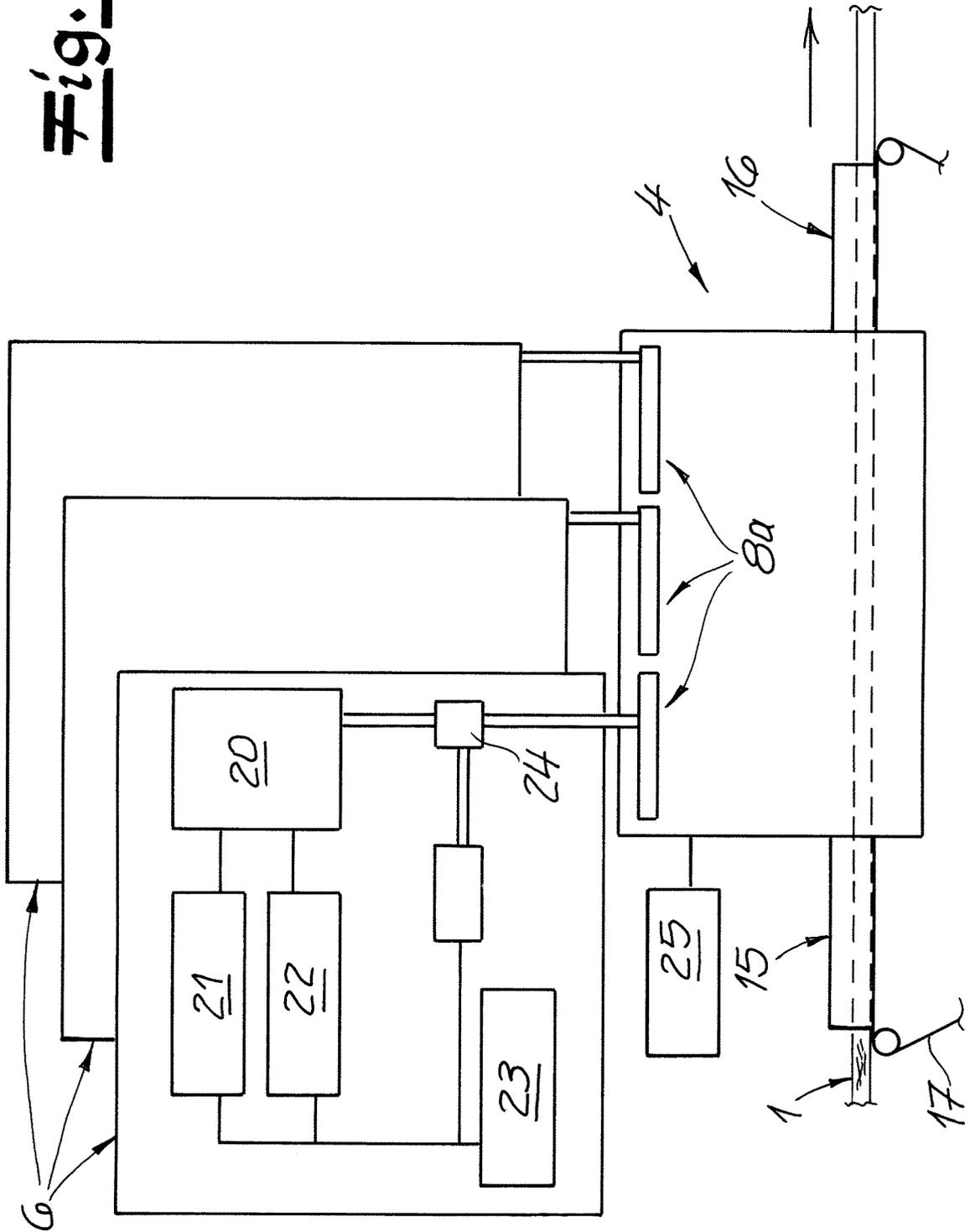
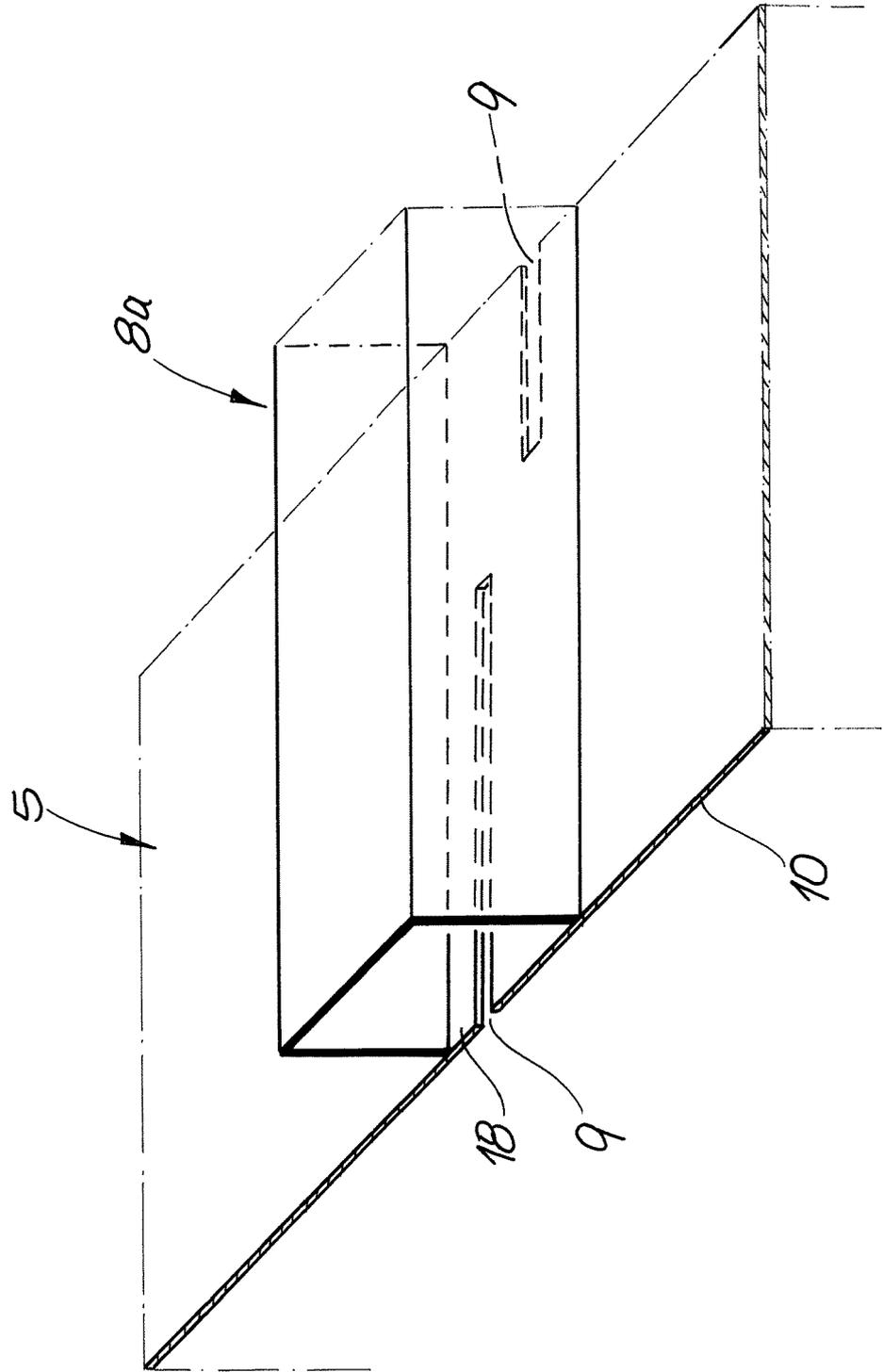


Fig. 7



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 2247418 B1 [0003]
- DE 69737417 T2 [0004]
- DE 202015102422 U1 [0005]
- WO 2008067996 A1 [0006]