

(19)



(11)

EP 3 491 186 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

01.03.2023 Patentblatt 2023/09

(21) Anmeldenummer: **17736939.4**

(22) Anmeldetag: **07.07.2017**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
D21F 1/02^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
D21F 1/026

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/067052

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2018/019545 (01.02.2018 Gazette 2018/05)

(54) **STRÖMUNGSMODUL UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STRÖMUNGSMODULS FÜR EINEN STOFFAUFLAUF EINER PAPIERMASCHINE**

FLOW MODULE AND METHOD FOR PRODUCING A FLOW MODULE FOR A FLOWBOX OF A PAPERMAKING MACHINE

MODULE D'ÉCOULEMENT ET PROCÉDÉ DE PRODUCTION D'UN MODULE D'ÉCOULEMENT POUR UNE CAISSE DE TÊTE D'UNE MACHINE À PAPIER

(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: **29.07.2016 DE 102016114040**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.06.2019 Patentblatt 2019/23

(73) Patentinhaber: **Voith Patent GmbH
89522 Heidenheim (DE)**

(72) Erfinder:

- **RUF, Wolfgang
89542 Herbrechtingen (DE)**
- **FENKL, Konstantin
89547 Gerstetten-Heldenfingen (DE)**

(74) Vertreter: **Voith Patent GmbH - Patentabteilung
St. Pöltener Straße 43
89522 Heidenheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-B1- 2 518 211	WO-A1-2008/105714
WO-A1-2012/085343	DE-A1- 10 234 559
DE-A1- 19 905 716	DE-A1-102009 045 221

EP 3 491 186 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Strömungsmodul für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 und ein Strömungsgitter nach dem Oberbegriff des Anspruches 11.

[0002] Weiter ist auch ein Verfahren zur Herstellung eines Strömungsmoduls, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Strömungsgitters Teil der Erfindung.

[0003] In der Schrift WO20028/105714 ist ein Strukturelement für einen funktionalen Teil eines Stoffauflaufes für eine Papiermaschine offenbart. Das Strukturelement umfasst mehrere nebeneinanderliegende Blöcke mit Strömungskanälen. Die Blöcke sind vor der Düse des Stoffauflaufes angeordnet. Zwischen den Blöcken sind Abstände zur Kompensation von Wärmeausdehnungen vorgesehen. Die Blöcke sind durch Gießverfahren hergestellt.

[0004] Das Dokument DE10234559 A1 offenbart ebenfalls einen Stoffauflauf mit einem Turbulenzgenerator, der vor der Düse angeordnet ist und aus einem Kunststoffblock mit Strömungskanälen besteht. Die Strömungskanäle können beim Gießen des Kunststoffblockes hergestellt sein. Sie können jedoch auch durch eine spanabhebende Fertigung ausgebildet sein.

[0005] Im Dokument WO2012/085343 A1 sind Herstellungsmöglichkeiten eines Einzelrohres eines Turbulenzgenerators für einen Stoffauflauf beschrieben. Nach der Herstellung werden mehrere Einzelrohre nebeneinander und übereinander zur Bildung des Turbulenzgenerators angeordnet. Das Einzelrohr kann durch Spritzgießen gegossen sein oder für kleine Stückzahlen durch 3-D-Druck oder durch Zerspanung hergestellt sein.

[0006] Eine weitere Ausführung eines Turbulenzzeugers eines Stoffauflaufes für eine Papiermaschine ist im Dokument DE102009045221 A1 offenbart. Der Turbulenzzeuger setzt sich aus mehreren Einzelmodulen zusammen, die wiederum aus mehreren Einzelrohren bestehen. Der Aufbau vereinfacht die Beherrschung der Aufweitkräfte in der Stoffauflaufdüse und die Verringerung der Biegebelastung in der Deckplatte.

[0007] Die Schrift DE 19905716 A1 offenbart ebenfalls einen Stoffauflauf mit einem vor der Düse angeordneten sektionierten Zentralteil. Die Sektionen sind mit Zugankern zusammengespannt. Durch das Zentralteil erstrecken sich drei übereinander liegende Strömungskanäle die mit unterschiedlichen Stoffströmen gespeist und am Ende des Zentralteils zusammengeführt und vermischt werden. Dadurch werden Turbulenzen erzeugt.

[0008] Strömungsmodul für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension sind bekannt. Im Dokument EP2518211 B1 ist ein Verteilergitter offenbart, das Einzelmodule mit mehreren übereinander angeordneten Verteilungskanälen umfasst. Die Einzelmodule sind zwischen zwei Lochplatten angeordnet. Das

Verteilergitter wird über ein Verteilrohr mit Faserstoffsuspension gespeist. Nach dem Verteilergitter ist ein Zwischenkanal mit einem sich daran anschließenden weiteren Strömungsgitter sowie eine Düse angeordnet. Die Einzelmodule des Verteilergitters sind in einem Abstand zueinander nebeneinander unter Ausbildung eines Zwischenraumes angeordnet. Der Zwischenraum dient zur Zuführung von Verdünnungswasser in die Verteilungskanäle der Einzelmodule. Die Einzelmodule werden bevorzugt aus einem Material (Plastik) hergestellt, das leicht zu bearbeiten ist.

[0009] Diese bekannte Lösung hat den Nachteil, dass zum einen eine große Anzahl von Einzelteilen für das Strömungsgitter erforderlich ist und zum anderen die Einzelmodule mit Abstandshaltern auf Abstand gehalten werden müssen. Alle Teile müssen sehr genau mechanisch hergestellt werden, da sich Fertigungstoleranzen der Vielzahl von Teilen über die Breite eines Stoffauflaufes, welche beispielsweise bis zu 12 m betragen kann, aufaddieren und zu Maßabweichungen führen können und so die Verteilgüte der Faserstoffsuspension über die Breite negativ beeinflussen können. Dies wiederum kann zu einer Verschlechterung der Querprofile, wie beispielsweise dem Querprofil für die flächenbezogenen Masse oder dem Faserorientierungsquerprofil, im produzierten Papier führen. Zum anderen ist diese bekannte Lösung für die Anwendung als Strömungsgitter unmittelbar vor der Düse, also als Turbulenzgenerator, ungeeignet, da die den Einzelmodulen nachgeordnete perforierte Platte die Papierqualität störende Turbulenzen erzeugen würde. Auch ist der Montageaufwand dieser Strömungsgitter durch die große Anzahl von Teilen erheblich. Ein weiterer bedeutender Nachteil sind auch die Spalte zwischen den Einzelelementen des Strömungsgitters. Diese bergen die Gefahr der Bildung von Faseransammlungen, die sich wiederum sporadisch lösen und zu Bahnabrissen in der Papiermaschine führen können.

[0010] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung die bekannten Lösungen für Strömungsmodul und Strömungsgitter zu verbessern und die Nachteile hinsichtlich des Aufbaues, der Maßgenauigkeit und der Verschmutzungsanfälligkeit zu vermeiden.

[0011] Die Aufgabe wird durch den Anspruch 1 gelöst. Der Anspruch 1 beschreibt ein Strömungsmodul für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension, umfassend mindestens zwei Strömungskanäle mit einer Einströmseite und mit einer Ausströmseite. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass ausströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche aufweisendes Verbindungselement für das direkte Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement mindestens eines weiteren Strömungsmoduls vorgesehen ist, und dass das Strömungsmodul einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt ist.

[0012] Dieser Aufbau des Strömungsmoduls aus einem Stück weist keine Spalte im Strömungsbereich der Faserstoffsuspension auf und ist daher bei der Verwen-

dung in einem Stoffauflauf nicht für Verschmutzungen und Störungen während des Betriebes des Stoffauflaufes anfällig. Die Gestaltung der Verbindungselemente zwischen zwei benachbarten Strömungsmodulen können durch das additive Fertigungsverfahren aufeinander abgestimmt und auf einfache Weise in jeder gewünschten notwendigen Form hergestellt werden. Es sind keine spanabhebenden Fertigungsverfahren notwendig und das eingesetzte Material aus dem das Strömungsmodul besteht kann nahezu vollständig verwendet werden. Materialabfälle fallen daher kaum an. Zudem kann die Form der ausströmseitigen Strömungsquerschnitte der Strömungskanäle und die Trennwände zwischen benachbarten Strömungskanälen mit hoher Maßgenauigkeit hergestellt werden. Dies ist besonders von Vorteil, wenn das Strömungsmodul in einem Strömungsgitter eingesetzt wird, das unmittelbar vor der Düse eines Stoffauflaufes angeordnet ist. Dort ist austrittsseitig eine gute Strömungsqualität zur Erreichung einer guten Papierqualität besonders wichtig. Die Lösung ermöglicht auch einen Zusammenbau mehrerer Strömungsmodule zu einem Strömungsgitter mit reduziertem Aufwand. Das so gebildete Strömungsgitter weist keine Spalte im Strömungsbereich der Faserstoffsuspension, insbesondere in den Strömungskanälen von der Einströmseite bis zur Auströmseite auf. Die Länge der einzelnen Strömungsmodule entspricht der Länge des gebildeten Strömungsgitters in Durchströmrichtung der Faserstoffsuspension.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführung können einzelne Strömungsmodule durch bekannte Verfahren wie beispielsweise Schweißen, Kleben, Lötten, Zusammenspannen, beispielsweise mittels Zuganker, zu einem Strömungsgitter verbunden werden. Die Verbindungsstelle wird dabei durch die Verbindungsfläche der Verbindungselemente gebildet. Die Ausgestaltung der Verbindungselemente und der Verbindungsflächen der zu verbindenden Strömungsmodule sind aufeinander abgestimmt, so dass einerseits keine Spalte auftreten und zum anderen die Festigkeitsanforderungen bezüglich den Einflüssen von Druck und von mechanischen Einwirkungen erfüllt sind. So können die Verbindungselemente auch formschlüssig miteinander verbunden sein. Beispielsweise können die Verbindungselemente eine Schwalbenschwanzverbindungen, oder eine Bajonettverbindungen, oder eine Nut- und Federverbindungen, oder eine Bohrung- und Bolzenverbindung aufweisen. Diese Verbindungen können auch durch ihre Ausführung die Funktion einer Positionierhilfe erfüllen. Dadurch lassen sich die Strömungsmodule schnell und positionsgenau zusammenbauen.

[0014] In einer vorteilhaften Weiterentwicklung können während der Fertigung Befestigungselemente zur Verbindung mit benachbarten Strömungsmodulen und/oder zur Verbindung mit dem Stoffauflauf als integraler Bestandteil eines Strömungsmoduls angebracht sein.

[0015] In einer weiteren möglichen Ausführung ist einströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche auf-

weisendes Verbindungselement für das Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement mindestens eines weiteren Strömungsmoduls vorgesehen.

[0016] Zweckmäßigerweise sind benachbarte Strömungskanäle ausströmseitig durch eine Trennwand voneinander getrennt und der Abstand zwischen der Verbindungsfläche und einem benachbarten Strömungskanal einen Wert im Bereich des 0,2-fachen bis 0,8-fachen der Wandstärke der Trennwand annimmt. Dabei entspricht der Abstand zwischen der Verbindungsfläche und einem benachbarten Strömungskanal, in diesem Fall eines außenliegenden Strömungskanals des Strömungsmoduls, in etwa der Wandstärke des außenliegenden Strömungskanals der Strömungsmoduls. Der Vorteil ist, dass die ausströmseitigen Trennwände und Wandstärken sehr dünn ausgeführt werden können. Dies wirkt sich insbesondere bei einem Turbulenzeinsatz vorteilhaft aus. Die Strömung in die Stoffauflaufdüse hinein wird somit gleichmäßig und störende Ablösewirbel an den Stegenden werden reduziert oder gar vermieden. Zur Optimierung der Strömung kann der Abstand zwischen der Verbindungsfläche und einem benachbarten Strömungskanal in dem oben angegebenen Bereich frei gewählt werden. Dies ist beim bekannten Stand der Technik nicht möglich, bei dem die einzelnen Strömungskanäle ausgehend von Rohren hergestellt werden.

[0017] In einem praktischen Fall kann die Wandstärke der Trennwand im Bereich von 0,2 mm bis 2 mm, insbesondere zwischen 0,5 mm und 1,5 mm liegen. Dies wirkt sich insbesondere bei einem Turbulenzeinsatz vorteilhaft aus. Die Strömung in die Stoffauflaufdüse hinein wird somit gleichmäßig und störende Ablösewirbel an den Stegenden werden reduziert oder gar vermieden.

[0018] Vorzugsweise ist das additive Fertigungsverfahren aus der folgenden Gruppe ausgewählt: Metalldruck, Laserauftragsschweißen, Dreidimensionales Druckverfahren, selektives Lasersintern, selektives Laserschmelzen, welches auch unter dem englischen Begriff "Powder Bed Fusion" bekannt ist. Standards dazu wurden von ASTM (American Society for Testing and Materials) erstellt. Vorzugsweise wird als Material rostfreier Edelstahl verwendet, da dieses Material die erforderliche Festigkeit und gleichzeitig die Anforderungen der Suspensionen hinsichtlich beispielsweise chemischer Beständigkeit und Verschmutzungsanfälligkeit an die Strömungskanäle in einem Stoffauflauf erfüllt.

[0019] In einer bevorzugten möglichen Ausführungsform umfasst das Strömungsmodul mindestens 3, insbesondere mindestens 6, vorzugsweise mindestens 12 Strömungskanäle. Durch die Realisierung vieler Strömungskanäle in einem Strömungsmodul werden die Verschmutzungsanfälligkeit und die Anzahl der Strömungsmodule für einen Stoffauflauf reduziert.

[0020] Ferner ist es möglich, die Strömungskanäle nebeneinander in horizontaler und/oder in vertikaler Richtung anzuordnen.

[0021] Bei einer praktischen Ausführungsform kann die Teilung der Strömungskanäle in horizontaler

und/oder in vertikaler Richtung in einem Bereich von 10 mm bis 30 mm, insbesondere von 15 mm bis 25 mm liegen. Dies kann für die Teilung der Strömungskanäle einströmseitig und/oder ausströmseitig betreffen. Eine kleine Teilung ist ebenfalls für eine gute Strömungsqualität ohne grobe Wirbel von Vorteil.

[0022] In einer weiteren praktischen Weiterentwicklung weist das mindestens eine einströmseitige und/oder ausströmseitige Verbindungselement mindestens eines Strömungsmoduls mindestens eine Befestigungsvorrichtung zur Kraffteinleitung auf. Die Befestigungsvorrichtung kann eine durchgängige Öffnung zur Aufnahme eines Zugankers umfassen oder ein Gewinde.

[0023] Zur Anwendung der Verdünnungswassertechnologie ist es möglich, dass das mindestens eine einströmseitige und/oder mindestens eine ausströmseitige Verbindungselement mindestens eine Zuführöffnung zum Zuführen eines Fluids, wie beispielsweise Siebwasser als Verdünnungswasser zur Einstellung des Querprofils der flächenbezogenen Masse der produzierten Papierbahn, in mindestens einen der Strömungskanäle aufweist. Trotz der Zuströmöffnungen und -kanäle bleibt das Strömungsmodul kompakt und ist mit dem additiven Fertigungsverfahren einfach und einstückig herstellbar.

[0024] In einer praktischen Ausführung weist das mindestens eine einströmseitige und/oder mindestens eine ausströmseitige Verbindungselement einen Falz, der vorzugsweise in z-Richtung verläuft, zur Aufnahme eines entsprechend komplementär ausgeführten Verbindungselementes eines weiteren benachbarten Strömungsmoduls auf. Diese Falzverbindung ermöglicht einerseits eine formschlüssige Verbindung und andererseits eine in horizontaler Richtung asymmetrische Anordnung der Verbindungsflächen zu den Strömungskanälen der Strömungsmodule. Da der Staupunkt der Anströmung des Strömungsgitters symmetrisch zu den Strömungskanälen liegt, kann somit die verschmutzungsanfällige Trennfuge zwischen den Verbindungsflächen zwischen zwei Strömungsmodulen außerhalb des Staupunktes angeordnet werden. Das Risiko der Faserwischbildung zwischen den Verbindungsflächen wird somit reduziert oder sogar vermieden.

[0025] Insbesondere bei kleinen Teilungen der Strömungskanäle können die Strömungskanäle an der Einströmseite einen ovalen Strömungsquerschnitt aufweisen. Dies ermöglicht die Realisierung kleiner Teilungen für eine gute Strömungsqualität nach dem Strömungsgitter, ohne das Risiko der Bildung von Faserbrücken infolge zu kleiner Landflächen zwischen den einströmseitigen Strömungskanälen eingehen zu müssen.

[0026] Der ovale Strömungsquerschnitt kann vorzugsweise im Verlauf der Strömungsrichtung in einen runden Strömungsquerschnitt übergehen.

[0027] Dabei kann das Flächenverhältnis von ovalem Strömungsquerschnitt zu rundem Strömungsquerschnitt zwischen 0,1 und 10, insbesondere zwischen 0,1 und 1 liegen.

[0028] In einer weiteren Ausführungsform können die

Strömungskanäle an der Ausströmseite einen rechteckigen und/oder einen quadratischen Strömungsquerschnitt aufweisen.

[0029] In einer weiteren alternativen Ausführungsform können die Strömungskanäle an der Ausströmseite einen sechseckigen und/oder einen fünfeckigen Strömungsquerschnitt aufweisen.

[0030] In einer möglichen bevorzugten praktischen Weiterentwicklung weist die Form des Strömungsquerschnittes der Strömungskanäle an der Ausströmseite Radien im Bereich zwischen 0,2 mm und 3 mm auf. Das Geschwindigkeitsprofil wird dadurch über den Strömungsquerschnitt vergleichmäßig und die Ausbildung störender Wirbel in der Nachlaufströmung des Strömungsgitters vermieden.

[0031] Ferner ist es möglich, das Strömungsmodul mit Befestigungselementen auszustatten. Diese können zum Beispiel als Durchgangsöffnungen oder als Gewindebohrungen ausgeführt sein. Die sich in z-Richtung erstreckenden Befestigungsvorrichtungen können zur Befestigung des Strömungsmoduls am Stoffauflauf dienen. Das Strömungsmodul kann auch so ausgeführt und dimensioniert sein, dass das Strömungsmodul selbst als Zuganker in Verbindung mit den in z-Richtung sich erstreckenden Befestigungsvorrichtungen zur Aufnahme der durch die unter Druck stehenden Düse erzeugten Aufweitkräfte dient.

[0032] Die Aufgabe wird auch durch ein Strömungsgitter nach Anspruch 8 gelöst. Anspruch 8 betrifft ein Strömungsgitter für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung nebeneinander oder nebeneinander und übereinander angeordneten Strömungskanälen. Erfindungsgemäß umfasst das Strömungsgitter mehrere Strömungsmodule nach Anspruch 1.

[0033] Das Strömungsgitter weist eine Höhe und eine Breite auf. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Strömungsmodule so ausgebildet, dass sie sich jeweils über die gesamte Höhe und gesamte Länge des Strömungsgitters erstrecken und in Breitenrichtung nebeneinander angeordnet sind und das Strömungsgitter bilden. Die Länge ist in Durchströmrichtung des Strömungsmoduls beziehungsweise des Strömungsgitters gemessen.

[0034] In einer weiteren alternativen Ausführung weisen die Strömungsmodule ein oder mehrere als Schlitze ausgeführte Lamellenhalter zur mechanischen Aufnahme von Trennlamellen auf. Die Lamellenhalter erstrecken sich vorzugsweise über die gesamte Breite des Strömungsgitters.

[0035] In einer möglichen Ausgestaltung weist das Strömungsgitter eine Höhe und eine Breite auf. Die Strömungsmodule können so ausgebildet sein, dass in der Höhenrichtung und in der Breitenrichtung des Strömungsgitters jeweils mehrere Strömungsmodule nebeneinander angeordnet sind und das Strömungsgitter bilden. Auch in diesem Beispiel entspricht die Länge der

Strömungsmodule der Länge des Strömungsgitters. Sind in diesem Fall Trennlamellen in der Düse des Stoffauflaufes vorgesehen, so können die als Schlitze ausgeführten Lamellenhalter jeweils durch zwei übereinander angeordnete Strömungsmodule gebildet werden. So kann beispielsweise das obere Strömungsmodul den oberen Teil und das untere Strömungsmodul den unteren Teil des Lamellenhalters ausbilden.

[0036] Das Strömungsgitter kann ausströmseitig an seinen beiden quer zur Durchströmrichtung liegenden Rändern jeweils mindestens ein Randströmungsmodul umfassen. Das Randströmungsmodul kann sich vom Strömungsmodul in seiner Breite unterscheiden. Dies kann dann zutreffen, wenn die Breite des Strömungsgitters kein Vielfaches der Breite eines Strömungsmoduls ist. In diesem Fall werden die Randströmungsmodule in ihrer Breite so angepasst, dass die Breite aller Strömungsmodule zusammen mit den Randströmungsmodulen die Breite des Strömungsgitters ergibt. Hierbei ist es auch denkbar, dass sich die Teilung und/oder die Breite und/oder die Anzahl der Strömungskanäle eines Randströmungsmoduls ebenfalls von denen eines Strömungsmoduls unterscheiden. Zur Beeinflussung der Strömung in der Düse des Stoffauflaufes können die Randströmungsmodule so ausgeführt sein, dass eine separate und eine von den restlichen Strömungsmodulen unabhängige Versorgung mit einem Fluid, beispielsweise einer Faserstoffsuspension, möglich ist. Dieser separate Volumenstrom kann eine andere Zusammensetzung und/oder einen variablen und steuerbaren Durchsatz aufweisen. Damit kann beispielsweise die flächenbezogene Masse und /oder die Faserorientierung im Papier beeinflusst werden.

[0037] Um den Festigkeitsanforderungen an das Strömungsgitter im Randbereich Rechnung zu tragen, kann der Abstand zwischen der randständigen Außenfläche und einem randständigen Strömungskanal als auch die Wandstärke der randständigen Trennwand zwischen randständigen Strömungskanälen des Randströmungsmoduls größer sein als die entsprechenden Maße eines Strömungsmoduls.

[0038] Die Aufgabe wird auch durch ein Strömungsgitter nach Anspruch 11 gelöst. Anspruch 11 betrifft ein Strömungsgitter für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung nebeneinander oder übereinander angeordneten Strömungskanälen. Die Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass das Strömungsgitter einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt ist.

[0039] In verschiedenen Weiterbildungen des Strömungsgitters können die im Zusammenhang mit dem Strömungsmodul beschriebenen Merkmale einzeln oder in Kombination auch auf das Strömungsgitter angewandt werden, sofern es sich nicht um spezifische Merkmale von Modulen, wie beispielsweise der verschiedenen Arten der Verbindung von Strömungsmodulen, betreffen.

[0040] Die Aufgabe wird auch durch einen Stoffauflauf für eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier-, Tissue- oder Kartonbahn, mit einem Verteiler, einem Turbulenzgenerator und einer Düse nach Anspruch 12 gelöst. Die Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass der Turbulenzgenerator als Strömungsgitter nach Anspruch 8 oder Anspruch 11 ausgeführt ist und in Durchströmrichtung gesehen unmittelbar vor der Düse angeordnet ist.

[0041] In einer möglichen alternativen Ausführungsform ist in Durchströmrichtung gesehen vor dem Turbulenzgenerator ein Zwischenkanal und vor dem Zwischenkanal ein Rohrgitter angeordnet ist, wobei das Rohrgitter als Strömungsgitter nach Anspruch 8 oder Anspruch 11 ausgeführt ist.

[0042] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren nach Anspruch 14 gelöst. Es ist ein Verfahren zur Herstellung eines Strömungsmoduls für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension, umfassend mindestens zwei Strömungskanäle mit einer Einströmseite und mit einer Ausströmseite, sowie einströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche aufweisendes Verbindungselement für das direkte Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement mindestens eines weiteren Strömungsmoduls vorgesehen, wobei das Strömungsmodul einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird.

[0043] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren nach Anspruch 15 gelöst. Es ist ein Verfahren zur Herstellung eines Strömungsgitters für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung nebeneinander oder nebeneinander und übereinander angeordneten Strömungskanälen vorgesehen, wobei das Strömungsgitter einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird.

[0044] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

[0045] Es zeigen

45 Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Strömungsmoduls in dreidimensionaler Darstellung;

Figur 2a eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Strömungsmoduls in geschnittener Darstellung;

Figur 2b eine weitere Ausführungsform mit übereinander angeordneten erfindungsgemäßen Strömungsmodulen in geschnittener Darstellung;

Figur 2c eine weitere Ausführungsform eines er-

- findungsgemäßen Strömungsmoduls in geschnittener Darstellung mit Befestigungselementen;
- Figur 3 eine Ausführungsform des Lamellenhalters dreidimensionaler Darstellung;
- Figur 4a einen ausströmungsseitigen Ausschnitt aus einem Strömungsgitter in der Draufsicht mit der Verbindungsstelle zweier Strömungsmodule;
- Figur 4b einen ausströmungsseitigen Ausschnitt aus einem Strömungsgitter in der Draufsicht mit einer weiteren Ausführung der Verbindungsstelle zwischen zwei Strömungsmodulen;
- Figur 5 eine Ausführungsform eines Strömungsgitters in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung;
- Figur 6a - 6c weitere Ausführungsformen von Strömungsgittern mit unterschiedlich ausgeführten und angeordneten Strömungsmodulen;
- Figur 7 eine Ausführungsform eines Randströmungsmoduls;
- Figur 8 eine weitere Ausführungsform eines Strömungsgitters in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung;
- Figur 9a eine Ausführungsform der Einströmseite eines Strömungsgitters mit Strömungsmodulen mit Befestigungselementen;
- Figur 9b eine weitere Ausführungsform der Einströmseite eines Strömungsgitters mit Strömungsmodulen mit Zuführöffnungen;
- Figur 10 eine Ausführungsform eines Stoffauflaufes mit Strömungsmodulen in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung;

[0046] Die Figur 1 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Strömungsmoduls 1 in dreidimensionaler Darstellung. Das Strömungsmodul 1 umfasst in horizontaler Richtung 11 drei Strömungskanäle 3 in einer Zeile und in z-Richtung 12, also in vertikaler Richtung, vier Strömungskanäle 3. Alle Strömungskanäle 3 besitzen an der Ausströmseite 6 einen rechteckigen Strömungsquerschnitt und an der Einströmseite 5 einen runden Strömungsquerschnitt. Das Strömungsmodul weist an seiner Ausströmseite 6 auf beiden Seiten je ein

eine Verbindungsfläche 7 aufweisendes Verbindungselement 8 für das direkte Verbinden mit den entsprechenden Verbindungselementen von benachbarten Strömungsmodulen 1 oder Randströmungsmodulen 2 auf. Durch die Anwendung eines additiven Fertigungsverfahrens, in diesem Fall des "Powder Bed Fusion" Verfahrens, kann die Teilung der Strömungskanäle 3, 3' bei Berücksichtigung der geometrischen Anforderungen an das Strömungsgitter 20 eines Stoffauflaufes 21 bei Bedarf kleiner ausgeführt werden als bei bekannten Ausführungen. Die Verbindungselemente 8 sind sehr dünn ausgeführt und bilden ausströmseitig die Wandungen der außenständigen Strömungskanäle 3'. Die Teilung 14, 15 der Strömungskanäle 3, 3' können in horizontaler und/oder in vertikaler Richtung in einem Bereich von 10 mm bis 30 mm, insbesondere von 15 mm bis 25 mm liegen. Dies kann für die Teilung 14, 15 der Strömungskanäle 3, 3' einströmseitig und/oder ausströmseitig zutreffen. In diesem Beispiel beträgt die horizontale Teilung 14 18 mm. Eine kleine Teilung 14, 15 ist ebenfalls für eine gute Strömungsqualität ohne grobe Wirbel von Vorteil. In dem Ausführungsbeispiel in Figur 1 sind zwischen den Zeilen der Strömungskanäle 3, 3' Lamellen 26 vorgesehen, welche in Lamellenhaltern 4 befestigt sind. In diesem Fall ist die Teilung 15 in z-Richtung größer als die Teilung 14 in horizontaler Richtung 11. Werden keine Lamellen 26 vorgesehen, so können die Teilungen in beiden Richtungen gleich groß sein. Benachbarte Strömungskanäle 3, 3' sind durch eine Trennwand 9 voneinander getrennt. Die Wandstärke der Trennwand 9 kann im Bereich von 0,5 mm bis 2 mm, insbesondere zwischen 0,5 mm und 1,5 mm liegen. In diesem Beispiel beträgt sie 1,2 mm. Dies wirkt sich insbesondere bei einem Turbulenzeinsatz vorteilhaft aus. Die Strömung in die Stoffauflaufdüse hinein wird somit vergleichmäßig und störende Ablösewirbel an den Stegenden werden reduziert oder gar vermieden. Der Abstand 10 zwischen der Verbindungsfläche 7 und einem benachbarten Strömungskanal 3' entspricht der Wandstärke des außenliegenden Strömungskanals 3' des Strömungsmoduls und kann durch das additive Fertigungsverfahren sehr klein und unabhängig von der Wandstärke der Trennwand 9 gefertigt werden. Der Abstand 10 zwischen der Verbindungsfläche 7 und einem benachbarten Strömungskanal 3' hat einen Wert im Bereich des 0,2-fachen bis 0,8-fachen der Wandstärke der Trennwand 9. In diesem Beispiel beträgt der Abstand 10 mit 0,6 mm das 0,5-fache der Wandstärke der Trennwand 9. Das Strömungsmodul 1 weist in diesem Beispiel Befestigungsvorrichtungen 18 auf. Sie sind als Durchgangsbohrungen zur Aufnahme eines Zugankers ausgeführt. Damit können mehrere Strömungsmodule zu einem Strömungsgitter 20 zusammengespant werden. In dem vorliegenden Beispiel erstrecken sich die Verbindungsflächen 7 von der Einströmseite 5 bis zur Ausströmseite 6. Die beschriebenen Elemente sind integraler Bestandteil des einstückig hergestellten Strömungsmoduls 1.

[0047] Die Figuren 2a bis 2c zeigen jeweils weitere bei-

spielhafte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Strömungsmoduls beziehungsweise Strömungsgitters in einer in Durchströmrichtung 13 geschnittenen Darstellung. In allen drei Ausführungsbeispielen sind auf der Ausströmseite 6 Lamellen 26 gezeigt, welche in jeweils einem durch das additive Herstellverfahren ausgebildeten Lamellenhalter 4 befestigt sind. Die Strömungskanäle 3 haben ausströmseitig einen quadratischen Querschnitt und einströmseitig einen runden Strömungsquerschnitt. Das gebildete Strömungsgitter 20 weist keine Spalte im Strömungsbereich der Faserstoffsuspension, insbesondere in den Strömungskanälen 3 von der Einströmseite bis zur Ausströmseite auf. Die Länge der einzelnen Strömungsmodul 1, 1' entspricht der Länge des gebildeten Strömungsgitters 20 in Durchströmrichtung der Faserstoffsuspension. Das einstückige Strömungsmodul 1 in Figur 2a umfasst drei übereinander liegende Zeilen von Strömungskanälen 3.

[0048] In der Figur 2b sind drei Strömungsmodul 1 übereinander angeordnet und durch die Verbindungsflächen 7 aufweisenden Verbindungselemente 8 zeilenweise miteinander zu einem Strömungsgitter 20 verbunden. Die Lamellenhalter 4 sind hälftig in den sich gegenüberliegenden Verbindungselementen ausgeformt. Die Verbindungselemente 8 eines Strömungsmodul 1 können jeweils zu den gegenüberliegenden Verbindungselementen 8 komplementäre Konturen zur formschlüssigen Verbindung zweier Strömungsmodul 1 aufweisen.

[0049] Die in der Figur 2c dargestellte Ausführungsform eines Strömungsmodul 1 entspricht der Ausführung in Figur 2a. Es sind zusätzlich noch als Durchgangsbohrungen ausgeführte Befestigungsvorrichtungen 18 in horizontaler Richtung 11 und in z-Richtung 12 vorgesehen, welche auch für die Ausführung in der Figur 2b vorhanden sein können. Durch die Befestigungsvorrichtungen 18 lassen sich mehrere Strömungsmodul zu einem Strömungsgitter 20 in horizontaler Richtung 11 und / oder in z-Richtung 12 für die Ausführungsform nach Figur 2b zusammenspannen.

[0050] Die Figur 3 zeigt eine mögliche Ausführungsform des Lamellenhalters 4 eines Strömungsmodul 1, insbesondere eines Randströmungsmodul 2. Der Lamellenhalter 4 erstreckt sich über die gesamte Breite des Strömungsgitters 20. Die Lamellen müssen von Zeit zu Zeit ausgetauscht werden. Hierfür werden die Enden der Lamellen für den Einbau seitlich in den Lamellenhalter 4, der nutähnlich ausgeführt ist, eingeschoben. Um das Einfädeln bei diesem Vorgang zu erleichtern, weist das Strömungsmodul 1 oder zumindest das Randströmungsmodul 2 eine Einfahrtschräge 4' an der seitlichen Öffnung des Lamellenhalters 4 auf. Die Nutweite 28 des Lamellenhalters 4, in z-Richtung gemessen, liegt an der engsten Stelle im Bereich zwischen 1 mm und 10 mm. Die Strömungsmodul und Randströmungsmodul sind so ausgeführt, dass der Abstand 29, in z-Richtung gemessen, zwischen benachbarten Strömungskanälen 3, 3' im Bereich zwischen 3 mm und 15 mm liegt. Dies gilt auch für den Fall, bei dem zwei Strömungsmodul 1 überein-

ander angeordnet sind entsprechend der in Figur 2b dargestellten Ausführung.

[0051] In der Figur 4a ist ein Ausschnitt aus einem Strömungsgitter 20 der Ausströmseite 6 in der Draufsicht mit der Verbindungsstelle zweier Strömungsmodul 1, 1' dargestellt. An den Verbindungsstellen stoßen die Verbindungsflächen 7 der Verbindungselemente 8 direkt aufeinander. Die Verbindung wird in diesem Beispiel durch Schweißen hergestellt. Die Strömungsmodul sind dabei aus Edelstahl hergestellt.

[0052] In der Figur 4b ist ebenfalls ein ausströmungsseitiger Ausschnitt aus einem Strömungsgitter 20 in der Draufsicht mit der Verbindungsstelle zweier Strömungsmodul 1, 1' dargestellt. An den Verbindungsstellen stoßen die Verbindungsflächen 7 der Verbindungselemente 8 direkt aufeinander. Die Verbindung wird in diesem Beispiel durch Zusammenkleben der Verbindungsflächen 7 hergestellt. Die Strömungsmodul sind dabei aus Kunststoff hergestellt.

[0053] Die Figur 5 zeigt eine Ausführungsform eines Strömungsgitters 20 in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung. Das Strömungsgitter 20 setzt sich aus zwei Strömungsmodul 1, 1' zusammen, die in horizontaler Richtung 11 nebeneinander angeordnet sind. Diese Strömungsmodul 1, 1' sind als Randströmungsmodul 2 ausgeführt. Sind aufgrund der Breite 16 des Stoffauflaufes 21 mehrere Strömungsmodul 1, 1' notwendig, und setzt sich das Strömungsgitter 20 somit aus zusätzlichen Strömungsmodul 1, 1' zusammen, sind zwischen diesen Randströmungsmodul 2 weitere Strömungsmodul 1, 1' angeordnet. Die Strömungskanäle 3, 3' haben auf der Ausströmseite 6 einen quadratischen Strömungsquerschnitt. In Verlauf in Richtung Einströmseite 5 geht dieser Strömungsquerschnitt in eine runde Form über. Auf der Einströmseite 5 weisen die Strömungsmodul 1 beziehungsweise Randströmungsmodul 2 ebenfalls Verbindungselemente 8 auf, welche mit den Verbindungsflächen 7 direkt an die Verbindungsflächen 7 der Verbindungselemente 8 des jeweils benachbarten Strömungsmodul 1' anliegen. Dem Strömungsgitter 20 ist ein Verteiler 22 zur Versorgung mit Faserstoffsuspension vorgeschaltet. Als Verteiler 22 können die bekannten Ausführungen, wie beispielsweise Querverteiler, Rundverteiler, Schlauchverteiler, vorgesehen sein.

[0054] In den Figuren 6a bis 6c sind weitere mögliche Ausführungsformen von Strömungsgitter 20 mit unterschiedlich ausgeführten und angeordneten Strömungsmodul 1, 1' gezeigt. In der in Figur 6a dargestellten Ausführung erstreckt sich ein Strömungsmodul 1 über die gesamte Höhe 17 des Strömungsgitters 20. Über die Breite 16 des Strömungsgitters 20 ist eine Vielzahl von Strömungsmodul 1, 1' angeordnet. Wie bereits beschrieben, weisen die Strömungsmodul 1, 1' an ihren Ausströmseiten 6 auf beiden Seiten je ein eine Verbindungsfläche 7 aufweisendes Verbindungselement 8 für das direkte Verbinden mit den entsprechenden Verbindungselementen von benachbarten Strömungsmodul

1 auf. Im vorliegenden Beispiel erstrecken sich die Verbindungselemente 8 und die Verbindungsflächen 7 von der Einströmseite 5 bis zur Ausströmseite 6. In der in Figur 6b dargestellten Ausführungsform eines Strömungsgitters 20 umfassen die Strömungsmodul 1, 1' jeweils mindestens vier Strömungskanäle 3, 3', welche in horizontaler Richtung 11 angeordnet sind. Über die Höhe 17 des Strömungsgitters 20 sind vier dieser Strömungsmodul 1, 1' stapelförmig angeordnet. Mehrere dieser Stapel sind wiederum über die Breite 16 nebeneinander angeordnet und wie bereits beschrieben miteinander verbunden. Während in den Ausführungsformen nach den Figuren 6a und 6b einheitliche Strömungsmodul 1, 1' aufweisen, umfasst das Strömungsgitter 20 in der in Figur 6c dargestellten Ausführungsform zwei verschiedene Strömungsmodul 1, 1'. Die Form, Geometrie und Anzahl der Strömungskanäle 3, 3' der einzelnen Strömungsmodul 1, 1' sind dabei so gewählt, dass sie zusammen ein Strömungsgitter 20 bilden. Die Geometrie und Größe der Strömungskanäle 3, 3' sind im wesentlich für alle Strömungsmodul 1, 1' gleich. Ein Strömungsmodul 1, 1' umfasst 8 Strömungskanäle 3, 3', während das andere Strömungsmodul 1, 1' vier Strömungskanäle 3, 3' umfasst.

[0055] Die Randströmungsmodul 2 können sich in der Geometrie und insbesondere in den Wandstärken von den Strömungsmodul 1, 1' unterscheiden. Die Figur 7 zeigt beispielhaft eine Ausführungsform eines Randströmungsmodul 2. Die Trennwände 9 zwischen benachbarten Strömungskanälen 3, 3' sind dicker ausgeführt als die der Strömungsmodul 1, 1'. Dies kann wegen erhöhter mechanischer Beanspruchung des Randströmungsmodul 2 erforderlich sein. Dies gilt auch für die Ausführung des Abstandes zwischen der randständigen Außenfläche 2' und einem randständigen Strömungskanal 2", also für die Wandstärke eines randständigen Strömungskanal 2", als auch für die Wandstärke der randständigen Trennwand 9' zwischen randständigen Strömungskanälen 2" des Randströmungsmodul 2.

[0056] Die Figur 8 zeigt eine Ausführungsform eines Strömungsgitters 20 in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung. Das Strömungsgitter 20 setzt sich aus mehr als zwei Strömungsmodul 1, 1' zusammen, die in horizontaler Richtung 11 nebeneinander angeordnet sind. Eines dieser Strömungsmodul 1, 1' ist als Randströmungsmodul 2 ausgeführt. Die Strömungskanäle 3, 3' haben auf der Ausströmseite 6 einen quadratischen Strömungsquerschnitt. In Verlauf in Richtung Einströmseite 5 geht dieser Strömungsquerschnitt in eine runde Form über. Auf der Einströmseite 5 weisen die Strömungsmodul 1 beziehungsweise Randströmungsmodul 2 im Gegensatz zu Figur 5 keine Verbindungselemente 8 auf. Die Strömungskanäle weisen eine runde rohrförmige Aussenkontur auf, welche mit Vorrichtungen, wie beispielsweise aufsteckbare Rohre oder Lochplatten, mechanisch und/oder hydraulisch verbunden werden können.

[0057] Die Figuren 9a und 9b zeigen eine Ansicht der

Einströmseiten zweier Ausführungsformen von Strömungsgittern 20. In der Figur 9a sind als Durchgangsbohrungen ausgeführte Befestigungsvorrichtungen 18 in horizontaler Richtung 11 und in z-Richtung 12 vorgesehen. Durch die Befestigungsvorrichtungen 18 lassen sich mehrere Strömungsmodul einströmseitig zu einem Strömungsgitter 20 in horizontaler Richtung 11 und / oder in z-Richtung 12 für die Ausführungsform nach Figur 2b beispielsweise mithilfe eines Zugankers zusammenspannen. Alternativ oder zusätzlich können noch als Gewindebohrung ausgeführte Befestigungsvorrichtungen 18 vorgesehen sein. Damit kann das Strömungsgitter 20 mit dem Stoffauflauf 21 verbunden werden. Die Verbindung kann auch zur Beherrschung von Aufweitkräften im Bereich der unter Druck stehenden Düse genutzt werden, wobei das Strömungsgitter 20 beziehungsweise das Strömungsmodul 1, 1' als Zuganker zur Aufnahme der Aufweitkräfte wirkt. Bei der Ausführungsform in der Figur 9b sind in den Verbindungselementen 8 Zuführöffnungen 19 und Zuführkanäle zum Zuführen von beispielsweise Verdünnungswasser in die Strömungskanäle 3, 3' integriert. Dabei können alle Strömungskanäle 3, 3' oder nur ein Teil der Strömungskanäle 3, 3' der Strömungsmodul 1, 1' mit den Zuführöffnungen 19 verbunden sein. Die Zuführöffnungen 19 können auch auf der Unterseite angeordnet sein. Die Merkmale der beschriebenen Ausführungen der Figuren 9a und 9b können auch kombiniert werden.

[0058] Figur 10 zeigt eine Ausführungsform eines Stoffauflaufes mit Strömungsmodul in vereinfachter dreidimensionaler Darstellung. Der Stoffauflauf 21 umfasst einen als Querverteiler ausgeführten Verteiler 22 der mit einem Rohrgitter 23 verbunden ist. Daran schließt sich ein Zwischenkanal 24 an, der wiederum mit einem Turbulenzgenerator 25 verbunden ist. Der Turbulenzgenerator ist direkt einer Düse 27 vorgeordnet und weist in diesem Beispiel keine Lamellen 26 auf. Das Rohrgitter 23 und/oder der Turbulenzgenerator 25 können als Strömungsgitter 20, das mehrere Strömungsmodul 1, 1' umfasst, ausgeführt sein. Das Rohrgitter und der Turbulenzgenerator erstrecken sich über die gesamte Breite 16 des Stoffauflaufes 21.

Bezugszeichenliste

[0059]

1	Strömungsmodul
1'	benachbartes Strömungsmodul
2	Randströmungsmodul
2'	randseitige Außenfläche
2"	randseitiger Strömungskanal
3	Strömungskanal
3'	benachbarter Strömungskanal
4	Lamellenhalter
4'	Einfahrtschräge
5	Einströmseite
6	Ausströmseite

- 7 Verbindungsfläche
- 8 Verbindungselement
- 9 Trennwand
- 9' randständige Trennwand
- 10 Abstand
- 11 horizontale Richtung
- 12 z-Richtung
- 13 Durchströmrichtung
- 14 Teilung horizontal
- 15 Teilung in z-Richtung
- 16 Breite
- 17 Höhe
- 18 Befestigungsvorrichtung
- 19 Zuführöffnungen, Zuführkanäle
- 20 Strömungsgitter
- 21 Stoffauflauf
- 22 Verteiler
- 23 Rohrgitter
- 24 Zwischenkanal
- 26 Lamelle
- 27 Düse
- 28 Nutweite
- 29 Abstand

Patentansprüche

1. Strömungsmodul (1, 1') für ein Strömungsgitter eines Stoffauflaufes (21) einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension, umfassend Strömungskanäle (3, 3') mit einer Einströmseite (5) und mit einer Ausströmseite (6), wobei ausströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche (7) aufweisendes Verbindungselement (8) für das direkte Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement (8) mindestens eines weiteren Strömungsmoduls (1, 1') vorgesehen ist, und dass das Strömungsmodul (1, 1') einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Strömungsmodul (1, 1') mindestens zwei Strömungskanäle (3, 3') umfasst.
2. Strömungsmodul (1, 1') nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
einströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche (7) aufweisendes Verbindungselement (8) für das Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement (8) mindestens eines weiteren Strömungsmoduls (1, 1') vorgesehen ist.
3. Strömungsmodul (1, 1') nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
benachbarte Strömungskanäle (3, 3') ausströmseitig durch eine Trennwand (9) voneinander getrennt sind und ausströmseitig der Abstand (10) zwischen der Verbindungsfläche (7) und einem benachbarten Strömungskanal (1') einen Wert im Bereich des 0,2-fachen bis 0,8-fachen der Wandstärke der Trennwand (9) beträgt.
4. Strömungsmodul (1, 1') nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Wandstärke der Trennwand (9) im Bereich von 0,2 mm bis 2 mm, insbesondere zwischen 0,5 mm und 1,5 mm liegt.
5. Strömungsmodul (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das additive Fertigungsverfahren aus der folgenden Gruppe ausgewählt ist: Metalldruck, Laserauftragschweißen, Dreidimensionales Druckverfahren, selektives Lasersintern, selektives Laserschmelzen ("Powder Bed Fusion"), wobei als Material vorzugsweise rostfreier Edelstahl oder Kunststoff verwendet ist.
6. Strömungsmodul (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Strömungsmodul (1, 1') mindestens 5, insbesondere mindestens 15, vorzugsweise mindestens 20 Strömungskanäle (3, 3') umfasst.
7. Strömungsmodul (1, 1') nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das mindestens eine einströmseitige und/oder ausströmseitige Verbindungselement (8) mindestens ein Befestigungsvorrichtung (18), insbesondere eine Öffnung zur Aufnahme eines Zugankers oder insbesondere ein Gewinde, zur Krafteinleitung aufweist.
8. Strömungsgitter (20) für einen Stoffauflauf einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung nebeneinander oder übereinander angeordneten Strömungskanälen (3, 3'),
dadurch gekennzeichnet, dass
das Strömungsgitter (20) mehrere Strömungsmodule (1, 1') nach Anspruch 1 umfasst.
9. Strömungsgitter (20) nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Strömungsgitter (20) eine Höhe (17) und eine Breite (16) aufweist und dass die Strömungsmodule (1, 1') so ausgebildet sind, dass sie sich jeweils über die gesamte Höhe (17) des Strömungsgitters (20) erstrecken und in Breitenrichtung nebeneinander angeordnet sind.
10. Strömungsgitter (20) nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Strömungsgitter (20) eine Höhe (17) und eine Breite (16) aufweist und dass die Strömungsmodul (1, 1') so ausgebildet sind, dass in der Höhenrichtung und in der Breitenrichtung des Strömungsgitters jeweils mehrere Strömungsmodul (1, 1') nebeneinander angeordnet sind.

11. Strömungsgitter (20) für einen Stoffauflauf (21) einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung (13) nebeneinander oder nebeneinander und übereinander angeordneten Strömungskanälen (3, 3'), wobei das Strömungsgitter (20) als Turbulenzgenerator und/oder als Rohrgitter ausgeführt ist und sich über die gesamte Breite des Stoffauflaufes erstreckt,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Strömungsgitter (20) einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt ist.

12. Stoffauflauf (21) für eine Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn, insbesondere einer Papier-, Tissue- oder Kartonbahn, mit einem Verteiler (22), einem Turbulenzgenerator und einer Düse (27),
dadurch gekennzeichnet, dass
der Turbulenzgenerator als Strömungsgitter (20) nach Anspruch 8 oder Anspruch 11 ausgeführt ist und in Durchströmrichtung (13) gesehen unmittelbar vor der Düse (27) angeordnet ist.

13. Stoffauflauf (21) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Durchströmrichtung (13) gesehen vor dem Turbulenzgenerator ein Zwischenkanal (24) und vor dem Zwischenkanal (24) ein Rohrgitter (23) angeordnet ist, wobei das Rohrgitter (23) als Strömungsgitter (20) nach Anspruch 8 oder Anspruch 11 ausgeführt ist.

14. Verfahren zur Herstellung eines Strömungsmoduls (1, 1') für ein Strömungsgitter eines Stoffauflaufes (21) einer Maschine zur Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension, umfassend Strömungskanäle (3, 3') mit einer Einströmseite (5) und mit einer Ausströmseite (6), sowie ausströmseitig mindestens ein eine Verbindungsfläche (7) aufweisendes Verbindungselement (8) für das direkte Verbinden mit dem entsprechenden Verbindungselement (8) mindestens eines weiteren Strömungsmoduls (1, 1'), wobei das Strömungsmodul (1, 1') einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
mindestens zwei Strömungskanäle (3, 3') umfasst.

15. Verfahren zur Herstellung eines Strömungsgitters (20) für einen Stoffauflauf (21) einer Maschine zur

Herstellung einer Faserstoffbahn zur Durchleitung einer Faserstoffsuspension mit mehreren quer zur Durchströmrichtung (13) nebeneinander oder nebeneinander und übereinander angeordneten Strömungskanälen (3, 3') und wobei das Strömungsgitter (20) als Turbulenzgenerator und/oder als Rohrgitter ausgeführt ist und sich über die gesamte Breite des Stoffauflaufes erstreckt,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Strömungsgitter (20) einstückig durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird

Claims

- Flow module (1, 1') for a flow grid of a headbox (21) of a machine for producing a fibrous web for passing a fibrous suspension, comprising flow channels (3, 3') with an inflow side (5) and with an outflow side (6), wherein at least one connecting element (8) having a connecting surface (7) is provided on the outflow side for direct connection to the corresponding connecting element (8) of at least one further flow module (1, 1'), and in that the flow module (1, 1') is produced in one piece by an additive manufacturing process,
characterized in that
the flow module (1, 1') comprises at least two flow channels (3, 3').
- Flow module (1, 1') according to claim 1,
characterized in that
at least one connecting element (8) having a connecting surface (7) is provided on the inflow side for connection to the corresponding connecting element (8) of at least one further flow module (1, 1').
- Flow module (1, 1') according to claim 1,
characterized in that
adjacent flow passages (3, 3') are separated from one another on the outflow side by a separating wall (9), and on the outflow side the distance (10) between the connecting surface (7) and an adjacent flow passage (1') is a value in the range from 0.2 times to 0.8 times the wall thickness of the separating wall (9).
- Flow module (1, 1') according to claim 3,
characterized in that
the wall thickness of the separating wall (9) is in the range from 0.2 mm to 2 mm, in particular between 0.5 mm and 1.5 mm.
- Flow module (1, 1') according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the additive manufacturing process is selected from the group consisting of metal printing, laser cladding,

- three-dimensional printing, selective laser sintering, selective laser melting ("powder bed fusion"), preferably using stainless steel or plastic as material.
6. Flow module (1, 1') according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the flow module (1, 1') comprises at least 5, in particular at least 15, preferably at least 20 flow channels (3, 3').
7. Flow module (1, 1') according to any one of the preceding claims,
characterized in that
the at least one connecting element (8) on the inflow side and/or outflow side has at least one fastening device (18), in particular an opening for receiving a tie rod or in particular a thread, for introducing force.
8. Flow grid (20) for a headbox of a machine for producing a fibrous web for passing through a fibrous suspension, having a plurality of flow channels (3, 3') arranged transversely to the direction of flow, side by side or adjacent to one another and one above the other,
characterized in that
the flow grid (20) comprises a plurality of flow modules (1, 1') according to claim 1.
9. The flow grid (20) according to claim 8,
characterized in that
the flow grid (20) has a height (17) and a width (16), and **in that** the flow modules (1, 1') are formed such that they each extend over the entire height (17) of the flow grid (20) and are arranged next to one another in the width direction.
10. The flow grid (20) according to claim 8,
characterized in that
the flow grid (20) has a height (17) and a width (16), and **in that** the flow modules (1, 1') are formed such that a plurality of flow modules (1, 1') are arranged side by side in the height direction and in the width direction of the flow grid, respectively.
11. Flow grid (20) for a headbox (21) of a machine for producing a fibrous web for passing through a fibrous suspension, having a plurality of flow ducts (3, 3') arranged transversely to the flow direction (13) next to one another or next to one another and one above the other, the flow grid (20) being designed as a turbulence generator and/or as a pipe grid and extending over the entire width of the headbox,
characterized in that
the flow grid (20) is manufactured in one piece by an additive manufacturing process.
12. Headbox (21) for a machine for producing a fibrous web, in particular a paper, tissue or board web, having a distributor (22), a turbulence generator and a nozzle (27),
characterized in that
the turbulence generator is designed as a flow grid (20) according to claim 8 or claim 11 and is arranged immediately upstream of the nozzle (27), as viewed in the flow direction (13).
13. Headbox (21) according to claim 12,
characterized in that
an intermediate duct (24) is arranged upstream of the turbulence generator, as viewed in the flow direction (13), and a pipe grid (23) is arranged upstream of the intermediate duct (24), the pipe grid (23) being designed as a flow grid (20) according to claim 8 or claim 11.
14. Method for producing a flow module (1, 1') for a flow grid of a headbox (21) of a machine for producing a fibrous web for passing a fibrous suspension, comprising flow ducts (3, 3') with an inflow side (5) and with an outflow side (6) and, on the outflow side, at least one connecting element (8) having a connecting surface (7) for direct connection to the corresponding connecting element (8) of at least one further flow module (1, 1'), the flow module (1, 1') being produced in one piece by an additive manufacturing process,
characterized in that
comprises at least two flow channels (3, 3').
15. Method for producing a flow grid (20) for a headbox (21) of a machine for producing a fibrous web for passing through a fibrous suspension, having a plurality of flow channels (3, 3') arranged transversely with respect to the flow direction (13) next to one another or next to one another and above one another, and the flow grid (20) being designed as a turbulence generator and/or as a pipe grid and extending over the entire width of the headbox,
characterized in that
the flow grid (20) is manufactured in one piece by an additive manufacturing process.

Revendications

1. Module d'écoulement (1, 1') pour une grille d'écoulement d'une caisse de tête (21) d'une machine pour la fabrication d'une bande de matière fibreuse pour le passage d'une suspension de matière fibreuse, comprenant des canaux d'écoulement (3, 3') avec un côté d'entrée (5) et avec un côté de sortie (6), au moins un élément de liaison (8) présentant une surface de liaison (7) étant prévu côté sortie pour la liaison directe avec l'élément de liaison (8) correspondant d'au moins un autre module d'écoulement

- (1, 1'), et en ce que le module d'écoulement (1, 1') est fabriqué d'une seule pièce par un procédé de fabrication additive,
caractérisé en ce que
 le module d'écoulement (1, 1') comprend au moins deux canaux d'écoulement (3, 3').
2. Module d'écoulement (1, 1') selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
 du côté de l'écoulement entrant, il est prévu au moins un élément de liaison (8) présentant une surface de liaison (7) pour la liaison avec l'élément de liaison (8) correspondant d'au moins un autre module d'écoulement (1, 1').
3. Module d'écoulement (1, 1') selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
 des canaux d'écoulement voisins (3, 3') sont séparés l'un de l'autre du côté de l'écoulement sortir par une paroi de séparation (9) et du côté de l'écoulement sortir, la distance (10) entre la surface de liaison (7) et un canal d'écoulement voisin (1') a une valeur dans la plage de 0,2 fois à 0,8 fois l'épaisseur de paroi de la paroi de séparation (9).
4. Module d'écoulement (1, 1') selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**
 l'épaisseur de la paroi de séparation (9) se situe dans la plage de 0,2 mm à 2 mm, en particulier entre 0,5 mm et 1,5 mm.
5. Module d'écoulement (1, 1') selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
 le procédé de fabrication additive est choisi dans le groupe suivant : impression métallique, soudage par dépôt laser, procédé d'impression tridimensionnelle, frittage sélectif par laser, fusion sélective par laser ("Powder Bed Fusion"), le matériau utilisé étant de préférence de l'acier inoxydable ou du plastique.
6. Module d'écoulement (1, 1') selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
 le module d'écoulement (1, 1') comprend au moins 5, en particulier au moins 15, de préférence au moins 20 canaux d'écoulement (3, 3').
7. Module d'écoulement (1, 1') selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**
 le au moins un élément de liaison (8) côté entrée et/ou côté sortie présente au moins un dispositif de fixation (18), en particulier une ouverture pour recevoir un tirant ou en particulier un filetage, pour l'introduction de la force.
8. Grille d'écoulement (20) pour une caisse de tête d'une machine pour la fabrication d'une bande de matière fibreuse pour le passage d'une suspension de matière fibreuse avec plusieurs canaux d'écoulement (3, 3') disposés les uns à côté des autres ou les uns à côté des autres et les uns au-dessus des autres transversalement à la direction d'écoulement, **caractérisé en ce que**
 la grille d'écoulement (20) comprend plusieurs modules d'écoulement (1, 1') selon la revendication 1.
9. Grille d'écoulement (20) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**
 la grille d'écoulement (20) présente une hauteur (17) et une largeur (16) et **en ce que** les modules d'écoulement (1, 1') sont réalisés de telle sorte qu'ils s'étendent chacun sur toute la hauteur (17) de la grille d'écoulement (20) et sont disposés les uns à côté des autres dans le sens de la largeur.
10. Grille d'écoulement (20) selon la revendication 8, **caractérisé en ce que**
 la grille d'écoulement (20) présente une hauteur (17) et une largeur (16) et **en ce que** les modules d'écoulement (1, 1') sont conçus de telle sorte que plusieurs modules d'écoulement (1, 1') sont respectivement disposés les uns à côté des autres dans le sens de la hauteur et dans le sens de la largeur de la grille d'écoulement.
11. Grille d'écoulement (20) pour une caisse de tête (21) d'une machine pour la fabrication d'une bande de matière fibreuse pour le passage d'une suspension de matière fibreuse avec plusieurs canaux d'écoulement (3, 3') disposés l'un à côté de l'autre ou l'un à côté de l'autre et l'un au-dessus de l'autre transversalement à la direction d'écoulement (13), la grille d'écoulement (20) étant réalisée comme générateur de turbulences et/ou comme grille tubulaire et s'étendant sur toute la largeur de la caisse de tête, **caractérisé en ce que**
 la grille d'écoulement (20) est fabriquée d'un seul tenant par un procédé de fabrication additive.
12. Caisse de tête (21) pour une machine de fabrication d'une bande de matière fibreuse, en particulier une bande de papier, de papier tissu ou de carton, comprenant un distributeur (22), un générateur de turbulences et une buse (27), **caractérisé en ce que**
 le générateur de turbulences est réalisé sous la forme d'une grille d'écoulement (20) selon la revendication 8 ou la revendication 11 et est disposé, vu dans la direction d'écoulement (13), directement en amont de la buse (27).
13. Caisse de tête (21) selon la revendication 12, **caractérisé en ce que**
 un canal intermédiaire (24) est disposé avant le gé-

nérateur de turbulences, vue dans la direction d'écoulement (13), et une grille tubulaire (23) est disposée avant le canal intermédiaire (24), la grille tubulaire (23) étant réalisée sous forme de grille d'écoulement (20) selon la revendication 8 ou la revendication 11. 5

14. Procédé de fabrication d'un module d'écoulement (1, 1') pour une grille d'écoulement d'une caisse de tête (21) d'une machine de fabrication d'une bande de matière fibreuse pour le passage d'une suspension de matière fibreuse, comprenant des canaux d'écoulement (3, 3') avec un côté d'entrée d'écoulement (5) et avec un côté de sortie d'écoulement (6), ainsi que, côté sortie, au moins un élément de liaison (8) présentant une surface de liaison (7) pour la liaison directe avec l'élément de liaison (8) correspondant d'au moins un autre module d'écoulement (1, 1'), le module d'écoulement (1, 1') étant fabriqué d'un seul tenant par un procédé de fabrication additive, 10
15
20
- caractérisé en ce que**
comprend au moins deux canaux d'écoulement (3, 3'). 25

15. Procédé pour la fabrication d'une grille d'écoulement (20) pour une caisse de tête (21) d'une machine pour la fabrication d'une bande de matière fibreuse pour le passage d'une suspension de matière fibreuse avec plusieurs canaux d'écoulement (3, 3') disposés l'un à côté de l'autre ou l'un à côté de l'autre et l'un au-dessus de l'autre transversalement à direction d'écoulement (13) et où la grille d'écoulement (20) est réalisée comme générateur de turbulences et/ou comme grille tubulaire et s'étend sur toute la largeur de la caisse de tête, 30
35
- caractérisé en ce que**
la grille d'écoulement (20) est fabriquée d'un seul tenant par un procédé de fabrication additive, 40

45

50

55

Fig.2a

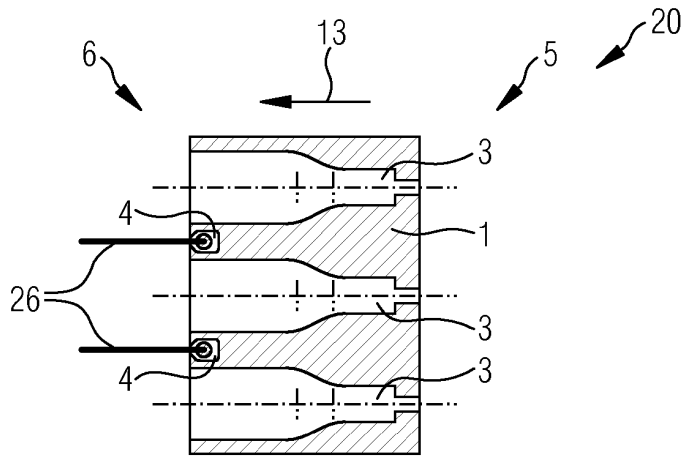


Fig.2b

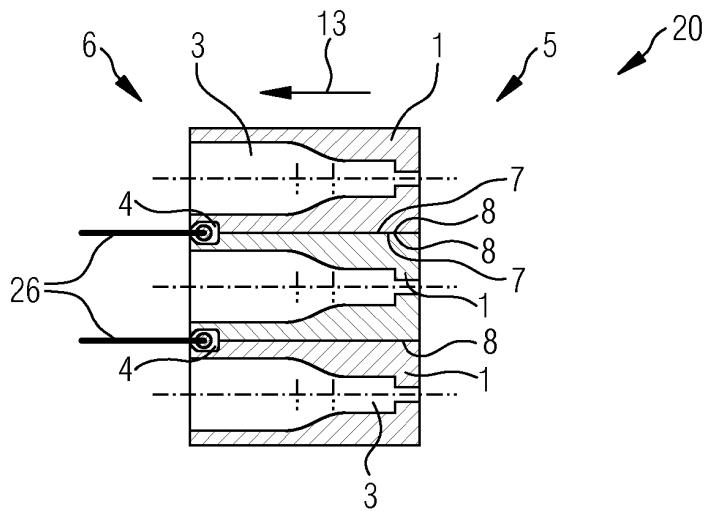


Fig.2c

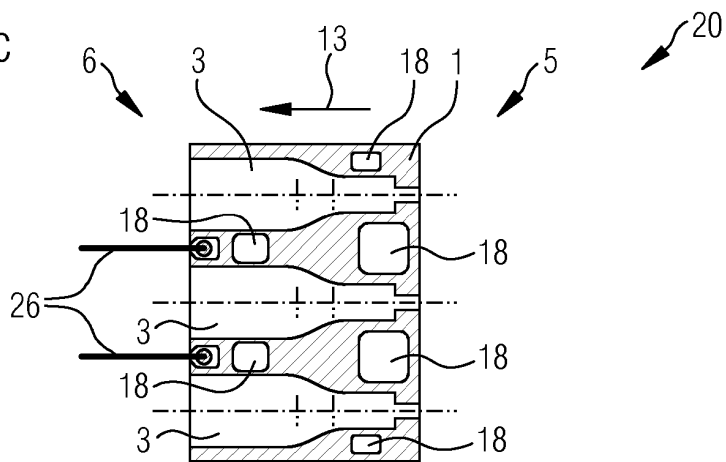


Fig.3

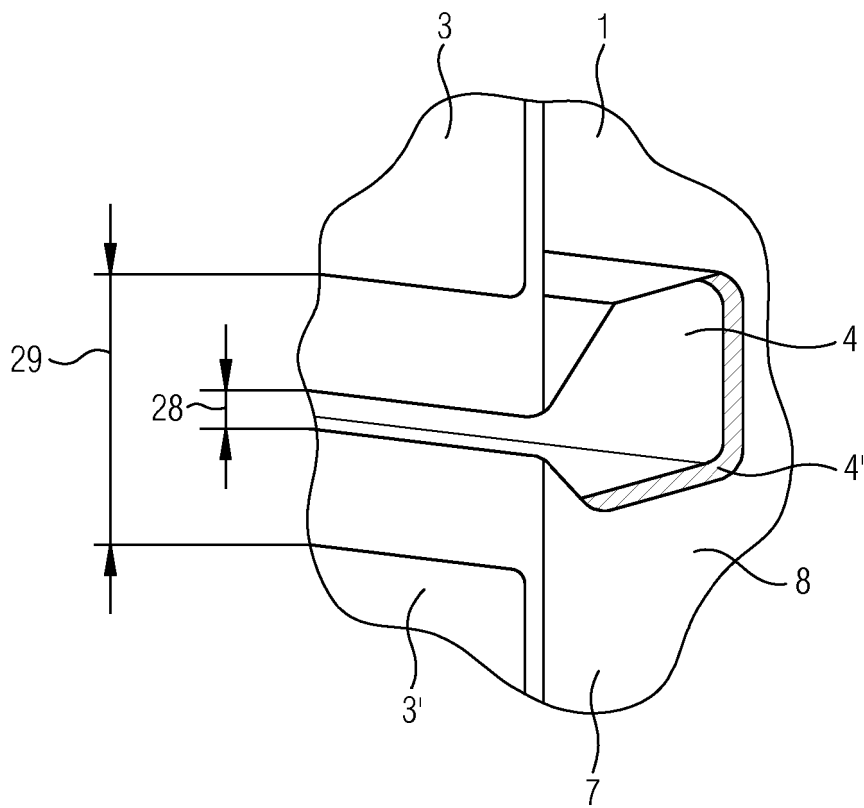


Fig.4a

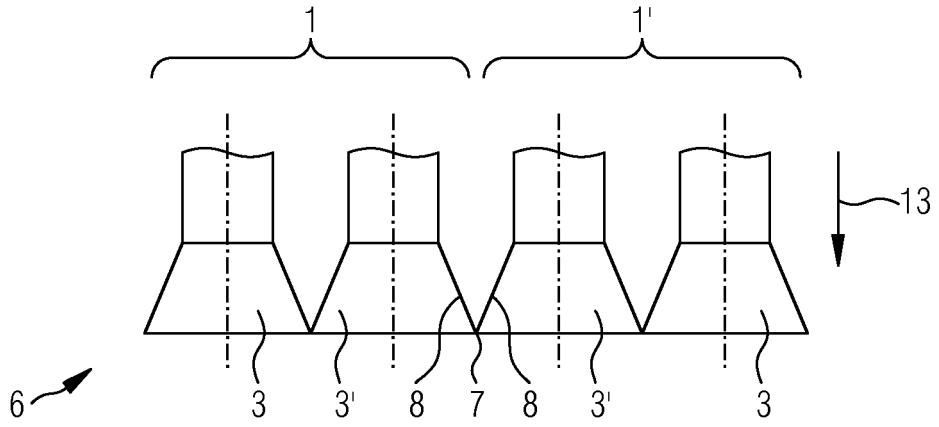


Fig.4b

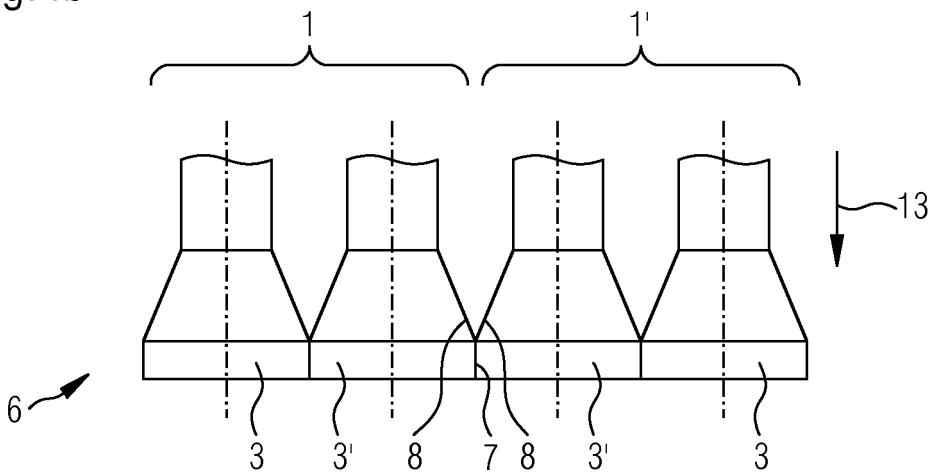


Fig.5

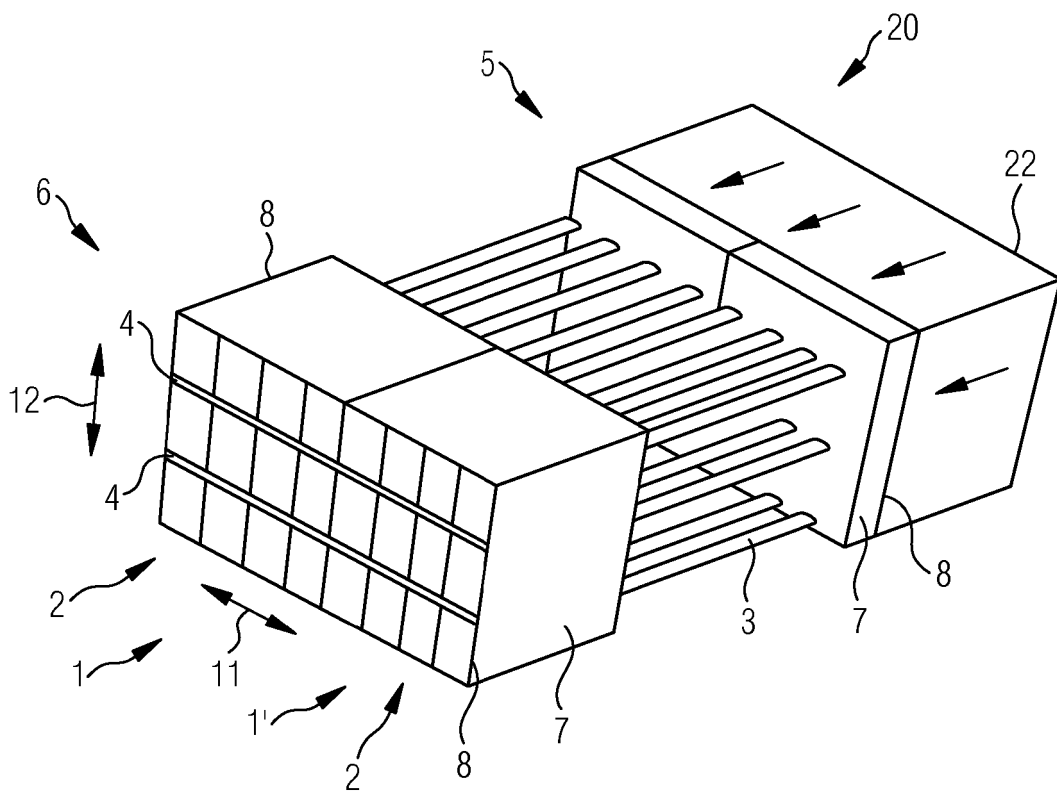


Fig.6a

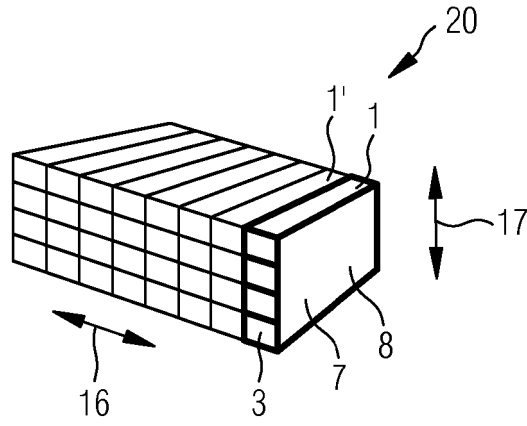


Fig.6b

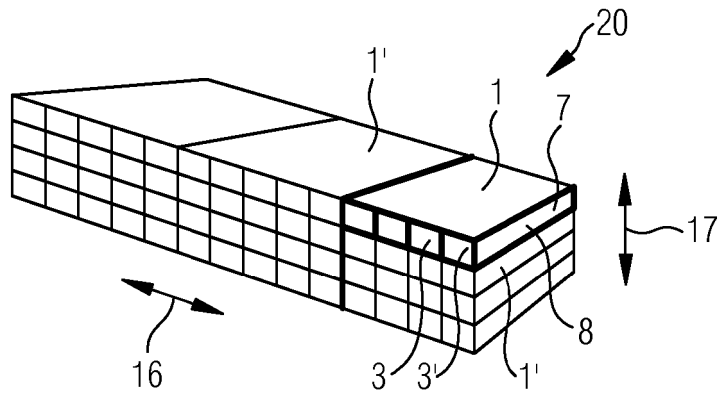


Fig.6c

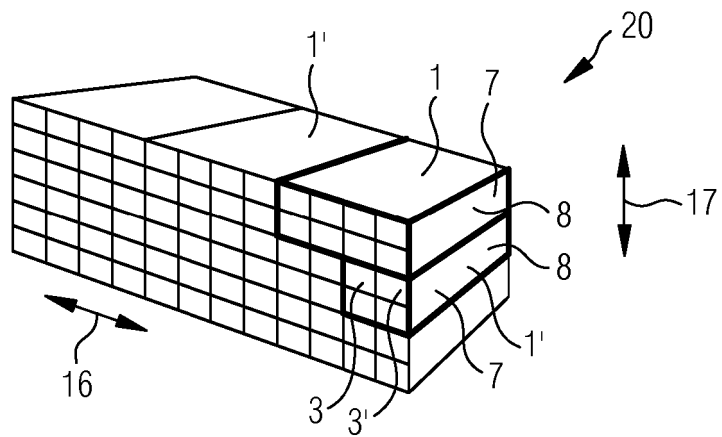


Fig.7

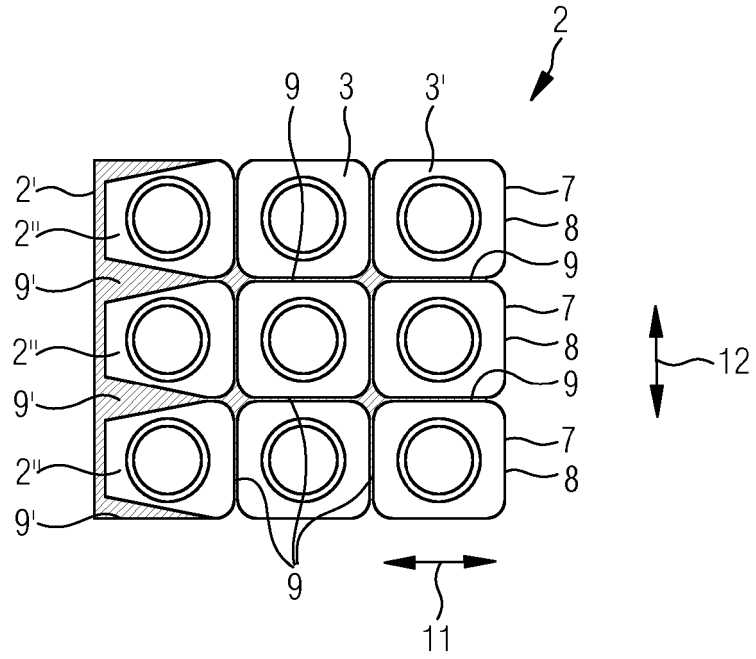


Fig.8

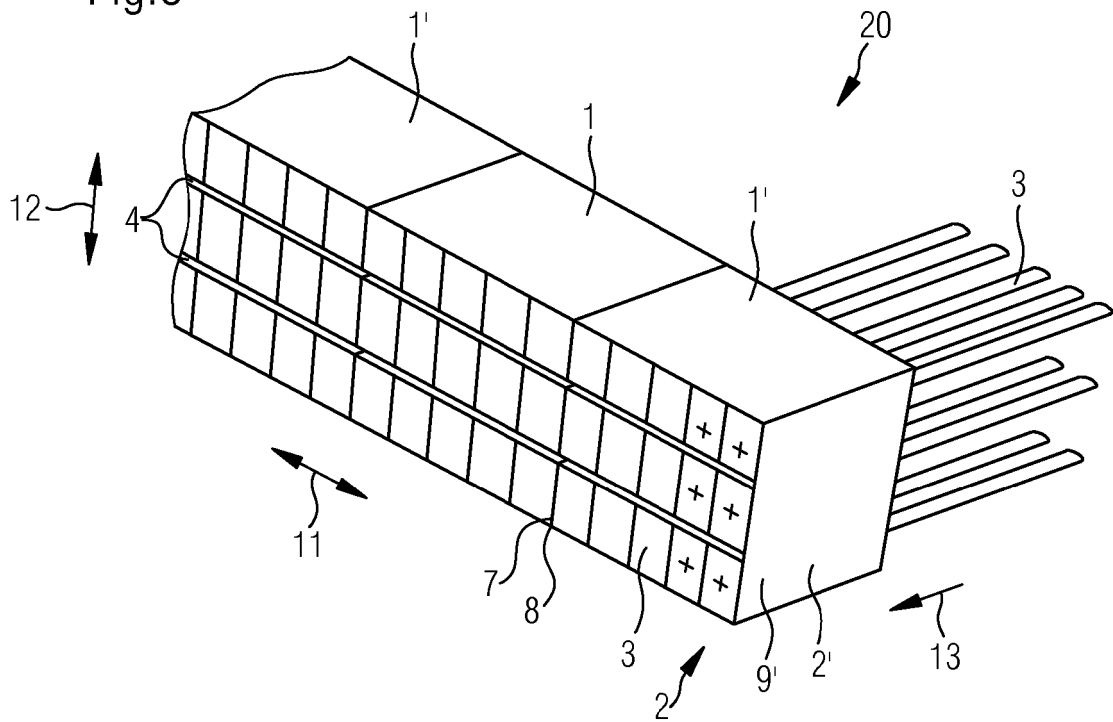


Fig.9a

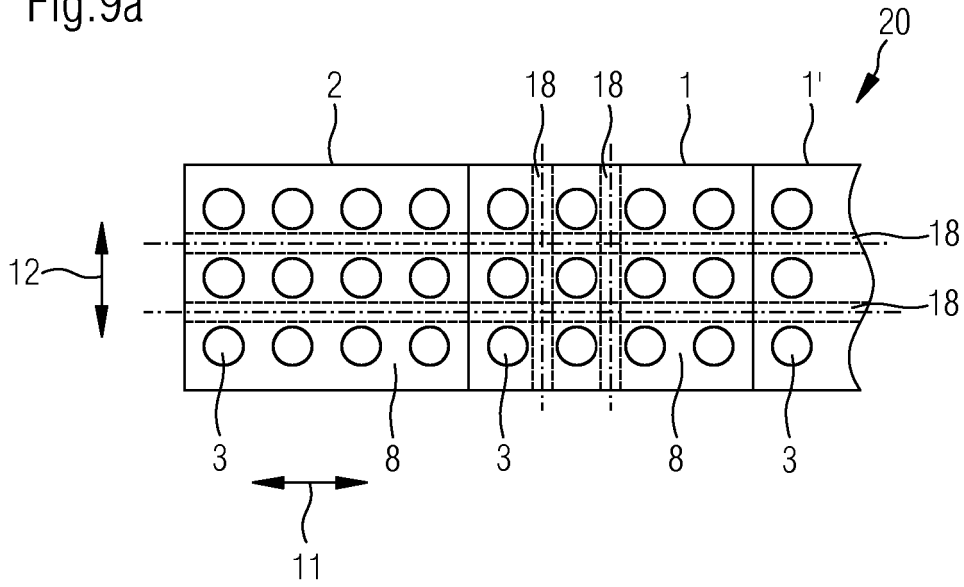
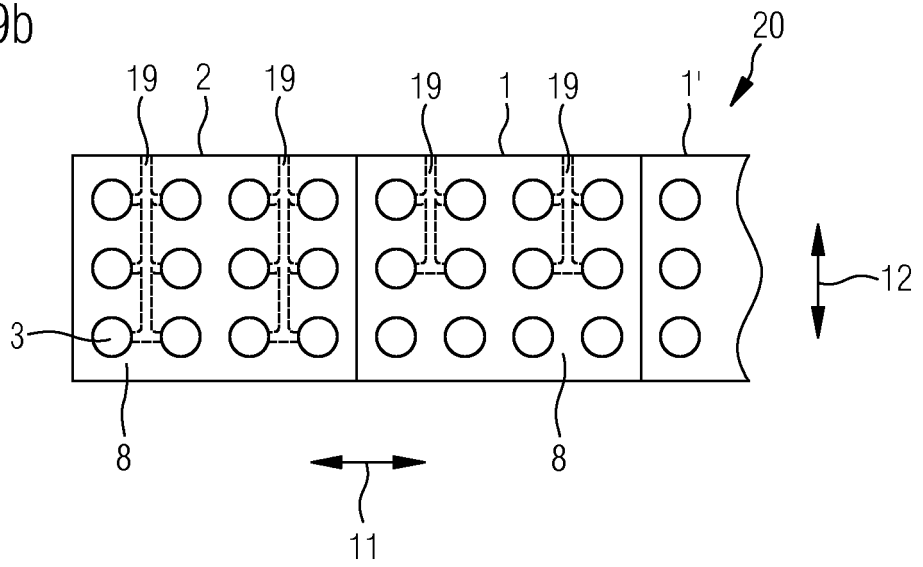


Fig.9b



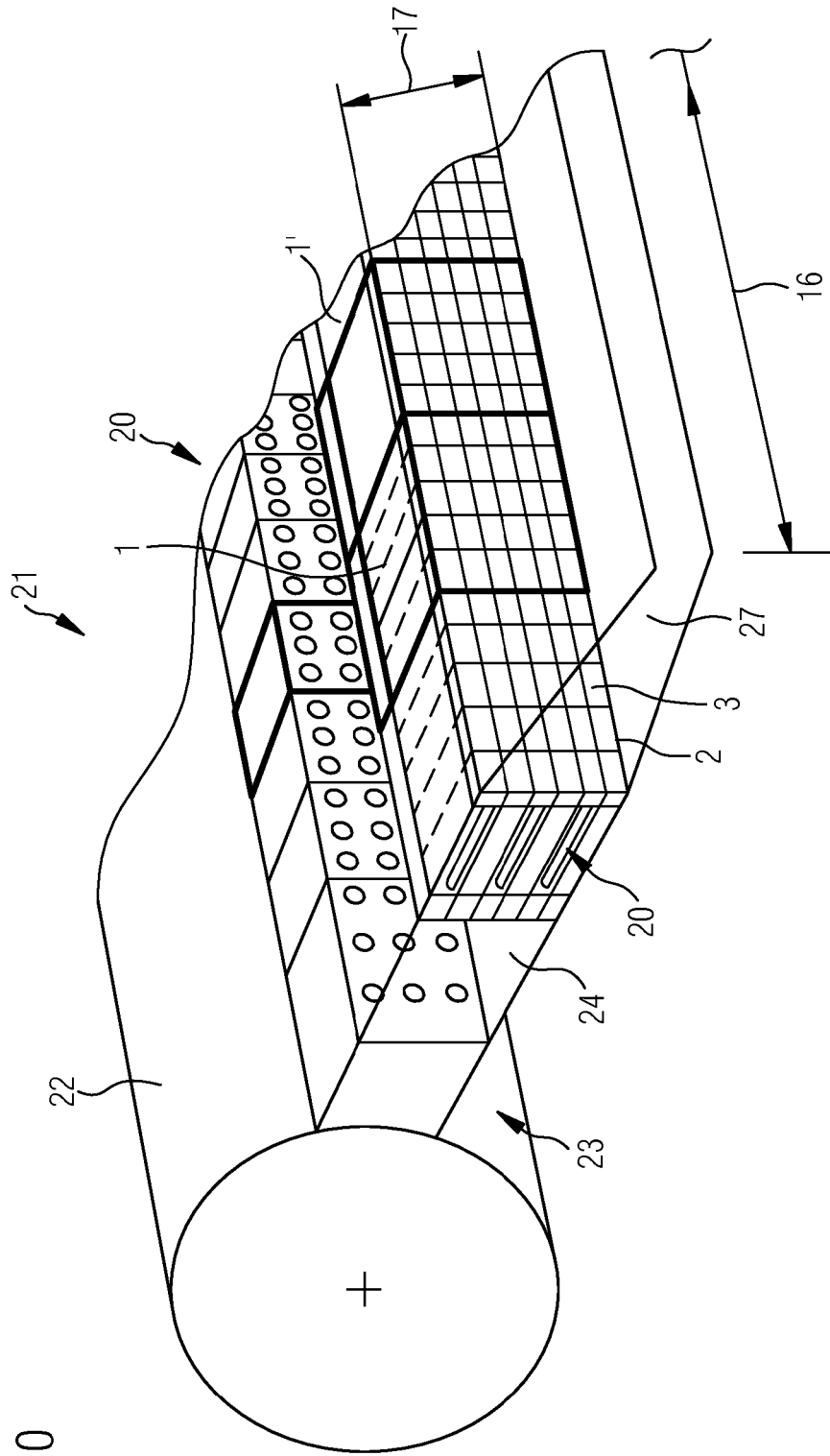


Fig.10

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

- WO 20028105714 A **[0003]**
- DE 10234559 A1 **[0004]**
- WO 2012085343 A1 **[0005]**
- DE 102009045221 A1 **[0006]**
- DE 19905716 A1 **[0007]**
- EP 2518211 B1 **[0008]**