

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 88110914.4

Int. Cl.4: D21F 1/02

Anmeldetag: 08.07.88

Priorität: 18.07.87 DE 3723922

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.01.89 Patentblatt 89/04

Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE LI NL SE

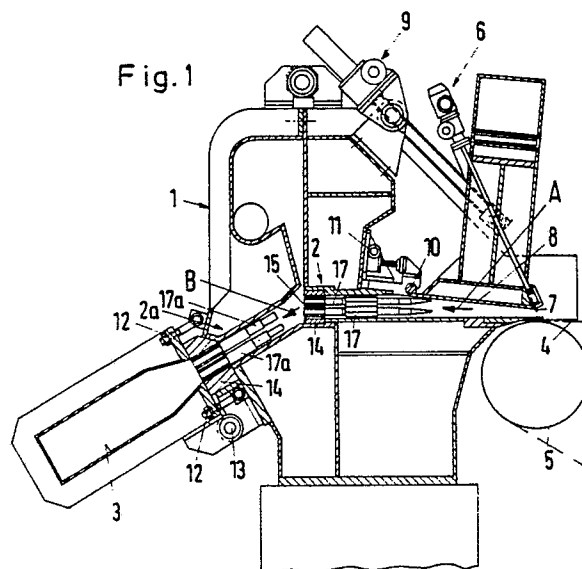
Anmelder: Neue Bruderhaus Maschinenfabrik
 GmbH
 Gustav-Werner-Strasse 3
 D-7410 Reutlingen(DE)

Erfinder: Trefz, Wolfgang
 Hirschäckerstrasse 23
 D-7410 Reutlingen 3(DE)

Vertreter: Knoblauch, Ulrich, Dr.-Ing.
 Kühhornshofweg 10
 D-6000 Frankfurt am Main 1(DE)

Turbulenzерzeuger für den Stoffauflauf einer Papiermaschine.

Ein Turbulenzерzeuger für den Stoffauflauf einer Papiermaschine hat eine von der Fasersuspension in einer ersten Zone durchströmbare Lochplatte (14) in einem Zuführkanal, an der Turbulenzерzeugungselemente (17) mit Abstand voneinander befestigt sind, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, in wenigstens einer Querschnittsebene einen zylindrischen Umriß aufweisen und an deren Außenseite die Fasersuspension entlangführbar ist. Dabei erweitert sich der Durchflußquerschnitt zwischen den Turbulenzерzeugungselementen (17) in einer sich an die Lochplatte (14) anschließenden zweiten Zone gegenüber dem Durchflußquerschnitt der zwischen den Turbulenzерzeugungselementen (17) endenden Löcher (15) der Lochplatte (14). Um eine gleichmäßigere Verteilung der Fasersuspension im Mündungskanal des Stoffauflaufs sicherzustellen und eine längere Lebensdauer des Turbulenzерzeugers zu gewährleisten, ist dafür gesorgt, daß der Umriß der Turbulenzерzeugungselemente (17) über ihre Länge in mehrerer aufeinanderfolgende Zonen abgestuft ist, daß die Turbulenzерzeugungselemente (17) weitgehend starr sind und daß alle in der Längsrichtung gesehen jeweils einem der Löcher (15) unmittelbar benachbarten Turbulenzерzeugungselemente (17) zugleich jeweils wenigstens zwei weiteren Löchern (15) der Lochplatte (14) benachbart sind.



Turbulenzерzeuger für den Stoffauflauf einer Papiermaschine

Die Erfindung bezieht sich auf einen Turbulenzерzeuger für den Stoffauflauf einer Papiermaschine, bei dem an einer von der Fasersuspension in einer ersten Zone durchströmbaren Lochplatte in einem Zuführkanal Turbulenzерzeugungselemente mit Abstand voneinander befestigt sind, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, in wenigstens einer Querschnittsebene einen zylindrischen Umriß aufweisen und an deren Außenseite die Fasersuspension entlangführbar ist, wobei sich der Durchflußquerschnitt zwischen den Turbulenzерzeugungselementen in einer sich an die Lochplatte anschließenden zweiten Zone gegenüber dem Durchflußquerschnitt der zwischen den Turbulenzерzeugungselementen endenden Löcher der Lochplatte erweitert.

Bei einem bekannten Turbulenzерzeuger dieser Art (US-PS 3 769 153) sind die Turbulenzерzeugungselemente über ihre gesamte Länge als massive zylindrische Stäbe, gegebenenfalls mit einer Verdickung am freien Ende, aus elastischem Material ausgebildet, so daß sie in der Strömung zu Schwingungen angeregt werden. Zwischen den einander unmittelbar benachbarten Löchern der Lochplatte sind jeweils mehrere Turbulenzерzeugungselemente angeordnet. Bei dieser Form und Anordnung der Turbulenzерzeugungselemente ist jedoch keine hinreichend gleichmäßige Verteilung der Fasersuspension im Mündungskanal des Stoffauflaufes zu gewährleisten. Sodann besteht die Gefahr, daß die Turbulenzерzeugungselemente nach längerem Dauerschwingungsbetrieb zerbrechen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Turbulenzерzeuger der gattungsgemäßen Art anzugeben, der eine gleichmäßigere Verteilung der Fasersuspension im Mündungskanal des Stoffauflaufes sicherstellt und eine längere Lebensdauer aufweist.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der Umriß der Turbulenzерzeugungselemente über ihre Länge in mehreren aufeinanderfolgenden Zonen abgestuft ist, daß die Turbulenzерzeugungselemente weitgehend starr sind und daß alle in der Längsrichtung gesehen jeweils einem der Löcher unmittelbar benachbarten Turbulenzерzeugungselemente zugleich jeweils wenigstens zwei weiteren Löchern der Lochplatte unmittelbar benachbart sind.

Bei dieser Ausbildung führen die Turbulenzерzeugungselemente als Ganzes keine Schwingungen aus, so daß sie praktisch nicht auf Biegung beansprucht werden. Sie haben daher eine verhältnismäßig lange Lebensdauer. Dennoch ist eine durch die Wirbelbildungen an den Abstufungen

gewölbte gleichmäßige Verteilung der Faserteilchen der Fasersuspension ohne Flockenbildung sichergestellt. Bezogen auf den Gesamtquerschnitt der Löcher in der Lochplatte kommt man mit verhältnismäßig wenigen Turbulenzерzeugungselementen aus, da sie, in Längsrichtung gesehen, einander und den Löchern in der Lochplatte verhältnismäßig eng benachbart sind. Entsprechend gering sind auch die den Durchfluß gestattenden Zwischenräume zwischen den Turbulenzерzeugungselementen, so daß auf grund der Reibung der Fasersuspension an den Turbulenzерzeugungselementen und den engen Kanälen zwischen den Turbulenzерzeugungselementen zusätzlich kleinere Wirbel entstehen, die zusätzlich zur Verwirbelung der Fasersuspension beitragen.

Vorzugsweise ist dafür gesorgt, daß die Turbulenzерzeugungselemente in der zweiten Zone einen kreisförmigen Umriß mit in Strömungsrichtung konstantem oder linear zunehmendem und/oder abgestuftem Durchmesser aufweisen. Auf diese Weise werden durch entsprechende Vergrößerung des Durchflußquerschnitts in der zweiten Zone nach der Gleichrichtung, Dämpfung von Druckschwankungen und Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der durch die Lochplatte gebildeten ersten Zone starke Stoßverluste bewirkt, die durch Wirbelbildung Scherkräfte in der Fasersuspension erzeugen und aus diesem Grund zu einer guten Faserverteilung führen.

Sodann kann der Umfang der Turbulenzерzeugungselemente in der sich an die zweite anschließenden dritten Zone größer als in der zweiten Zone sein. Auf diese Weise entstehen zwischen den Turbulenzерzeugungselementen in der dritten Zone besonders enge Durchflußkanäle, die untereinander verbunden sind sowie eine hohe Strömungsgeschwindigkeit und starke Wandreibung bewirken, die zu einer hohen Mikroturbulenz in der Fasersuspension führt.

Eine besonders hohe Mikroturbulenz ergibt sich, wenn der Umriß der Turbulenzерzeugungselemente in der dritten Zone mehrkantig ist.

Bevor die Fasersuspension über den Auslaufspalt des Zuführkanals austritt, ist es zweckmäßig dafür zu sorgen, daß die Fasersuspension, nachdem sie die dritte Zone passiert hat, ohne Entmischung oder Störströmung über die gesamte Kanalbreite gleichförmig verteilt wird. Aus diesem Grund ist es günstig, wenn die Turbulenzерzeugungselemente am Ende der dritten Zone nicht plötzlich enden, da sich sonst durch die schlagartige Erweiterung des Durchflußquerschnitts störende Wirbel bilden, die sich über den Auslaufspalt hinaus auf das Sieb fortsetzen und dort zu einer

Störung der Blattbildung führen. Weiter wären starke Wandreibungseinflüsse zu befürchten, da bedingt durch die Wandreibung an den Seitenflächen des Mündungskanals gegenüber der Kanalmaitte unkontrollierbare Querströmungen auftreten könnten. Aus diesem Grund ist dafür gesorgt, daß der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente in einer sich an die dritte anschließenden vierten Zone bis zum Ende der Turbulenzerzeugungselemente hin abnimmt. Insbesondere kann der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente in der vierten Zone linear und/oder stufenartig annehmen. Durch diese gezielte, stetige und/oder stufenförmige Umfangsverminderung der Turbulenzerzeugungselemente wird die Fasersuspension als gleichgerichtete Strömung mit guter Faserverteilung, ohne Wirbel, Entmischung oder Wandreibungseinflüsse, bis zum Auslaufspalt geführt. Form und Länge der vierten Zone der Turbulenzerzeugungselemente können von der Konsistenz, Faserart und Entmischungstendenz der Stoffsuspension abhängig sein. So kann bei einer hohen Konsistenz zur Vermeidung von Ausflockungen nur eine geringfügige Erweiterung des Durchflußquerschnitts, bei anderen Stoffsuspensionen dagegen eine stärkere, eventuell stufige Erweiterung des Durchflußquerschnitts im Mündungskanal der vierten Zone erforderlich sein.

Ferner ist es günstig, wenn in einer Querschnittsebene der Strömung liegende Verbindungslinien der Längsmittelachsen aller jeweils einem Loch der Lochplatte in Längsrichtung gesehen unmittelbar benachbarten Turbulenzerzeugungselemente die Seiten eines Dreiecks bilden, durch dessen Schwerpunkt die Längsmittelachse dieses Loches verläuft. Auf diese Weise liegen die Turbulenzerzeugungselemente in den Eckpunkten gleicher Rasterdreiecke, in deren Schwerpunkt die Anlaufflöcher in der Lochplatte liegen. Aufgrund dieser Anordnung ergibt sich eine gleichmäßige Verteilung der Turbulenzerzeugungselemente und Auslaufflöcher über die Lochplatte und damit über den gesamten Zuführkanalquerschnitt des Stoffauflaufs.

Eine andere Anordnung, die ebenfalls zu einer gleichmäßigen Verteilung der Anlaufflöcher und Turbulenzerzeugungselemente über den Querschnitt des Zuführkanals führt, kann darin bestehen, daß die in einer Querschnittsebene der Strömung liegenden kürzesten Verbindungslinien der Längsmittelachsen aller jeweils einem Turbulenzerzeugungselement in Längsrichtung gesehen unmittelbar benachbarten Löcher der Lochplatte die Seiten eines Dreiecks oder Vierecks bilden.

Hierbei kann das Dreieck wenigstens zwei gleichlange Seiten haben, d.h. gleichschenkelig oder gleichseitig sein.

Das Viereck kann vorzugsweise ein Quadrat sein.

Sodann können einander zugekehrte, zwischen

den Kanten jeweils zweier benachbarter Turbulenzerzeugungselemente in der dritten Zone liegende Seitenflächen parallel sein. Dies ergibt besonders engspaltige, untereinander verbundene Strömungskanäle mit entsprechend starker Mikroturbulenz, die zu einer kurzen Bauform beiträgt, insbesondere bei sechskantiger Ausführung des Umrisses der Turbulenzerzeugungselemente in der dritten Zone, bei der die Strömungskanäle im Verlauf der Wände einer Wabe entsprechen, wobei die in den engen Sechskantspalten bewirkte doppelte Wandreibung und hohe Strömungsgeschwindigkeit zu einer besonders hohen Mikroturbulenz führen, die in die Stoffsuspension eingebracht wird.

Eine besonders günstige Ausführungsform besteht darin, daß die Turbulenzerzeugungselemente rohrförmig mit in ihrer Längsrichtung abgestuftem Innendurchmesser ausgebildet und jeweils in einem Loch einer der Anzahl der Turbulenzerzeugungselemente entsprechenden Anzahl weiterer Löcher der Lochplatte befestigt sind. Diese Ausbildung hat den Vorteil, daß der Turbulenzerzeuger einen, bezogen auf den Gesamtquerschnitt des Zuströmkanals, größeren Durchflußquerschnitt mit entsprechend höherem Durchsatz an Fasersuspension aufweist. Hierbei wird der Gesamtstrom in einen inneren, durch die rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente strömenden Teilstrom und einen die Turbulenzerzeugungselemente außen umströmenden äußeren Teilstrom aufgeteilt, wobei auf jeden Teilstrom gesondert eingewirkt werden kann. So kann nicht nur der Außenstrom durch entsprechende Formgebung der Außenkonturen der Turbulenzerzeugungselemente verwirbelt und in Turbulenz versetzt, sondern auch der Innenstrom durch gezielte Querschnittsveränderungen im Inneren der Turbulenzerzeugungselemente beeinflusst werden. Da die Durchflußmenge und Strömungsgeschwindigkeit in den Teilströmen eine Funktion der Strömungswiderstände in den einzelnen Strömungswegen ist, wird bei höherem Strömungswiderstand im äußeren Strömungsweg ein Großteil der Fasersuspension auf den inneren Strömungsweg ausweichen, oder umgekehrt.

Je nach der Differenz der Strömungsgeschwindigkeiten der Teilströme wird bei der Wiedervereinigung der Teilströme nach dem Durchströmen des Turbulenzerzeugers eine weitere Verwirbelung der Fasersuspension bewirkt.

Hierbei kann sich der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente von der ersten zur zweiten Zone vergrößern. Dadurch werden Stoßverluste im inneren Strom verursacht, die infolge hoher Scherkräfte dafür sorgen, daß Faserflocken im Innenstrom aufgelöst werden.

Ferner kann sich der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente von der zweiten zur dritten Zone verringern und von der dritten zur

vierten Zone vergrößern. Die Verringerung des Durchflußquerschnitts im Innenkanal erhöht die Wandreibungsverluste und steigert damit die Bildung von Mikroturbulenzen im Innenstrom. Durch die anschließende Vergrößerung des Durchflußquerschnitts des Innenkanals von der dritten zur vierten Zone werden weitere Stoßverluste erzeugt, die infolge hoher Scherkräfte dafür sorgen, daß restliche Faserflocken im Innenstrom aufgelöst werden. Sodann ist es möglich, daß der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente von Zone zu Zone in Strömungsrichtung zunimmt, um besonders hohe Stoßverluste und eine gute Fasermischung zu bewirken.

Vorzugsweise sind die Abstufungen der rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente durch ineinander gesteckte Rohrabschnitte gebildet. Dies vereinfacht die Herstellung der Abstufungen.

Ferner können die rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente in ihren freien Endabschnitten in Längsrichtung geschlitzt sein, insbesondere ein- oder mehrfach.

Hierbei findet bereits innerhalb der Turbulenzerzeugungselemente ein Druck- und Strömungsausgleich zwischen der innenren und äußeren Strömung statt.

Besonders wirksam ist eine Ausführung, die aus überoder hintereinander angeordneten Turbulenzerzeugern der vorstehend geschilderten Art besteht.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachstehend anhand der Zeichnung bevorzugter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Stoffauflaufs, teilweise im Schnitt,

Fig. 2 einen Turbulenzerzeuger nach Fig. 1 im Schnitt II-II der Fig. 4 in vergrößertem Maßstab,

Fig. 3 die Ansicht A der Fig. 1 und 2,

Fig. 4 den Schnitt IV-IV der Fig. 2,

Fig. 5 den Schnitt V-V der Fig. 6,

Fig. 6 die Ansicht B der Fig. 1 und 5,

Fig. 7 einen Horizontalschnitt durch einen Teil des Stoffauflaufs nach Fig. 1 mit etwas abgewandeltem Querstromerzeuger,

Fig. 8 bis 11 abgewandelte Turbulenzerzeugungselemente in Seiten- und Vorderansicht,

Fig. 12 bis 14 weitere abgewandelte Turbulenzerzeugungselemente in Seitenansicht,

Fig. 15 bis 17 Querschnitte weiterer abgewandelter Turbulenzerzeuger,

Fig. 18 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger im Längsschnitt XVIII-XVIII der Fig. 19,

Fig. 19 die Ansicht C des Turbulenzerzeugers nach Fig. 18,

Fig. 20 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger im Längsschnitt XX-XX nach Fig. 21,

Fig. 21 die Ansicht D der Fig. 20,

Fig. 22 den Schnitt XXII-XXII der Fig. 20,

Fig. 23 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger im Längsschnitt XXIII-XXIII nach Fig. 24,

Fig. 24 in der oberen Hälfte die Ansicht E der Fig. 23 und in der unteren Hälfte den Teilschnitt XXIV-XXIV der Fig. 23.

Fig. 25 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger im Längsschnitt XXV-XXV nach Fig. 26,

Fig. 26 die Ansicht F der Fig. 25.

Fig. 27 eine schematische Darstellung eines weiteren abgewandelten Stoffauflaufs im Längsschnitt,

Fig. 28 den Schnitt XXVIII-XXVIII der Fig. 27,

Fig. 29 den Schnitt XXIX-XXIX der Fig. 27.

Fig. 30 eine Abwandlung des Turbulenzerzeugers nach Fig. 27,

Fig. 31 die Ansicht G der Fig. 30,

Fig. 32 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger des Stoffauflaufs nach Fig. 27,

Fig. 33 Ansicht H der Fig. 32,

Fig. 34 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger für den Stoffauflauf nach Fig. 27 im Längsschnitt,

Fig. 35 einen weiteren abgewandelten Turbulenzerzeuger,

Fig. 36 den Schnitt XXXVI-XXXVI der Fig. 35 und

Fig. 37 die Ansicht J der Fig. 35.

Der Stoffauflauf einer Papiermaschine nach Fig. 1 hat ein Gestell 1 mit zwei in einem Zuführkanal für die Fasersuspension hintereinander angeordneten Turbulenzerzeugern 2 und 2a, über die die Fasersuspension aus einem Querstromverteiler 3 auf ein Sieb 4 geleitet wird, das über eine Walze 5, die sogenannte "Brustwalze", umläuft. Die Spalthöhe der Mündung des Zuführkanals wird durch eine mittels einer Stelleinrichtung 6 verstellbare Blendenklinge 7 bestimmt. Sodann ist die Neigung einer die Oberseite des Mündungsabschnitts des Zuführkanals begrenzenden Wand 8 mittels einer weiteren Stelleinrichtung 9 durch Verschwenken um ein Gelenk 10 einstellbar. Außerdem ist die Wand 8 mittels einer weiteren Stelleinrichtung 11 etwa horizontal verstellbar.

Der Querstromverteiler 3 ist nach Lösen von ihn haltenden Muttern um ein Gelenk 13 schwenkbar.

Die Fig. 2 bis 4 lassen den Aufbau des Turbulenzerzeugers 2 deutlicher erkennen: Eingangsseitig ist eine Lochplatte 14 quer zur Strömung der Fasersuspension in einer ersten Zone I angeordnet. Die Lochplatte 14 enthält Anlaufkanäle bildende

durchgehende Löcher 15 in Form von Bohrungen mit kreisförmigem Querschnitt und zwischen diesen Löchern 15 weitere Bohrungen 16, in denen Turbulenzerzeugungselemente 17 befestigt sind, die sich senkrecht zur Lochplatte 14 auf ihrer stromunterhalb liegenden Seite in Strömungsrichtung über mehrere Zonen II, III und IV fortsetzen. Wie die in Fig. 4 dargestellte Schnittansicht IV-IV nach Fig. 2 zeigt, haben die Turbulenzerzeugungselemente 17 in der zweiten Zone II einen kreisförmigen Querschnitt, dagegen in der folgenden Zone III einen mehrkantigen Umriß, wie die Ansicht A in Fig. 3 zeigt. Dabei ist der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente 17 in der dritten Zone III größer als in der zweiten Zone II. In der vierten Zone IV ist der Umriß der Turbulenzerzeugungselemente 17 ebenfalls kreisförmig, doch nimmt er über mehrere Abschnitte in der Strömungsrichtung stufenweise ab, wobei er im letzten Abschnitt außerdem konisch abnimmt.

Wie Fig. 4 zeigt, bilden in einer Querschnittsebene der Strömung liegende Verbindungslinien der Längsmittelachsen 18 aller jeweils einem Loch 15 der Lochplatte 14 in Längsrichtung gesehen unmittelbar benachbarten Turbulenzerzeugungselemente 17 die Seiten eines gleichseitigen Dreiecks, durch dessen Schwerpunkt die Längsmittelachse 19 dieses Loches 15 verläuft.

Während des Betriebs strömt die Fasersuspension zunächst durch die Löcher 15 der Lochplatte 14, wobei die Länge der die Löcher 15 bildenden Bohrungen vorzugsweise das Vier- bis Zehnfache ihres Durchmessers und der Gesamtdurchflußquerschnitt der Löcher 15 zwischen 15 und 85 % der Querschnittsfläche des Zuführkanals beträgt.

Durch den Strömungswiderstand der Löcher 15 und ihrer Anordnung wird eine gute Dämpfung von Druckschwankungen, eine weitgehend gleichmäßige Verteilung der Fasersuspension über den Querschnitt des Zuführkanals sowie eine gleichgerichtete Strömung in den Löchern 15 bewirkt.

Nach dem Durchströmen der Lochplatte 14 tritt die Fasersuspension in die durch die Turbulenzerzeugungselemente begrenzten Strömungskanäle der Zone II ein. Die Turbulenzerzeugungselemente 17 sind starr und so geformt, bemessen und angeordnet, daß sie einen vorbestimmten Teil der gesamten Querschnittsfläche des Zuführkanals abdecken. Vorzugsweise ist der Querschnitt der Turbulenzerzeugungselemente 17 in der Zone II so gewählt, daß der verbleibende Durchflußquerschnitt zwischen den Turbulenzerzeugungselementen dem Ein- bis Vierfachen der Gesamtquerschnittsfläche aller Löcher 15 entspricht. Hierbei wird der durch die Löcher 15 in die Zone II eintretenden Strömung schlagartige das Ein- bis Vierfache an Durchflußquerschnittsfläche zur Verfügung gestellt. Diese gezielte, schlagartige Durchflußquer-

schnittserweiterung bewirkt einen Stoßverlust, der infolge Wirbelbildung zu starken Scherkräften und damit zu einer guten Fasermischung in der Suspension führt.

Darüber hinaus stehen die Strömungskanäle zwischen den Turbulenzerzeugungselementen 17 in der Zone II allseitig miteinander in Verbindung, so daß beim Durchströmen der Zone II in allen Querschnittsebenen ein Druck- und Strömungsaustausch stattfinden kann.

In der anschließenden Zone III wird infolge hoher Wandreibung in den engen, mehrkantförmigen Strömungskanälen zwischen den Turbulenzerzeugungselementen 17 zusätzlich eine hohe Mikroturbulenz bewirkt. Diese im wesentlichen durch die doppelte Wandreibung und hohe Strömungsgeschwindigkeit in dem engen Spalt zwischen den Mehrkantabschnitten der Turbulenzerzeugungselemente 17 bewirkte Mikroturbulenz beträgt ein Vielfaches dessen, was zum Beispiel im Inneren von herkömmlichen Rohrbündeln erreichbar ist. Der Grund ist der kleine äquivalente hydraulische Durchmesser eines Mehrkantkanals mit geringer Spaltweite im Vergleich zum hydraulischen Durchmesser einer Rohrform. Die Wahl dieser engspaltigen, mehrkantigen, an ihren Ecken untereinander verbundenen Strömungskanäle ergibt ferner eine besonders kurze Bauform.

Der stufenweise abnehmende Durchmesser in der Zone IV nach Fig. 2 hat den Vorteil, daß die in den Zonen I, II und III gleichmäßig durchmischte Fasersuspension ohne Entmischung oder Störströmung über die gesamte Zuführkanalbreite gleichförmig verteilt dem Mündungsspalt zugeführt wird. Aus diesem Grund enden die Turbulenzerzeugungselemente in der Zone III nicht plötzlich, da sich sonst durch die schlagartige Erweiterung des Durchflußquerschnitts störende Wirbel bilden, die sich über den Mündungsspalt hinaus auf das Sieb 4 fortsetzen und dort zu einer Störung der Blattbildung führen. Weiter wären starke Wandreibungseinflüsse zu befürchten, da bedingt durch die Wandreibung an den Seitenflächen des stromoberhalb liegenden Zuführkanalabschnitts gegenüber der Zuführkanalmitte unkontrollierbare Querströmungen auftreten können. Aus diesem Grund sind die Turbulenzerzeugungselemente 17 in der Zone IV so gestaltet, daß sie die Fasersuspension durch eine gezielte stufenförmige und stetige Querschnittsverminderung in Strömungsrichtung als gerichtete Strömung mit gleichmäßiger Faserverteilung, ohne Wirbelbildung, Entmischung oder Wandreibungseinflüsse bis zum Mündungsspalt führen. Form und Länge der Turbulenzerzeugungselemente 17 in der Zone IV hängen von der Konsistenz, Faserart und Entmischungstendenz der Stoffsuspension ab. So würde bei einer hohen Konsistenz zur Vermeidung von Ausflockungen nur

eine geringfügige Durchflußquerschnittserweiterung, dagegen bei anderen Stoffsuspensionen eine starke, eventuell stufige Durchflußquerschnittserweiterung in der Zone IV stromoberhalb der Zuführkanalmündung gewählt.

Die Fig. 5 und 6 zeigen den dem Turbulenzerzeuger 2 vorgeschalteten Turbulenzerzeuger 2a in größerem Maßstab. Dieser unterscheidet sich von dem Turbulenzerzeuger 2 im wesentlichen nur dadurch, daß der Querschnitt der Turbulenzerzeugungselemente in allen Querschnittsebenen kreisförmig ist und in den Zonen II, III und IV von Zone zu Zone stufenweise abnimmt, jedoch innerhalb der Zonen konstant ist. Dieser Turbulenzerzeuger 2a bewirkt eine zusätzliche Grobvermischung durch die Einführung von Stoßverlusten bei jeder Durchflußquerschnittserweiterung, bevor die Fasersuspension dem Turbulenzerzeuger 2 zugeführt wird. Auch bei diesem Turbulenzerzeuger 2a sind die Löcher 15 und Turbulenzerzeugungselemente 17a in der gleichen Weise wie bei dem Turbulenzerzeuger 2 verteilt, d.h. die Turbulenzerzeugungselemente 17a liegen an den Eckpunkten gleichseitiger Raster-Dreiecke und die Löcher 15 in der Mitte dieser Dreiecke.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform eines Querstromverteilers 3a etwa im Horizontalschnitt mit einer weiteren Abwandlung eines Turbulenzerzeugers 2b, dessen Turbulenzerzeugungselemente 17b sich von denen nach Fig. 2 im wesentlichen nur darin unterscheiden, daß in der Zone IV nur eine Abstufung von einem größeren zu einem kleineren Durchmesser vorgesehen ist. Der Querstromverteiler 3a bewirkt - wie auch der Querstromverteiler 3 - eine gleichmäßige Druckverteilung über die gesamte Lochplatte 14, wie es durch die Strömungspfeile angedeutet ist, wobei die Fasersuspension über einen Einlaßstutzen 20 zugeführt und an dem dem Einlaßstutzen 20 gegenüberliegenden Ende über einen Rücklaufkanal 21, in dem ein nichtdargestellter Schieber vorgesehen ist, der den Ausströmquerschnitt bestimmt, teilweise zurückgeleitet wird, während der Hauptteil der Fasersuspension in den Turbulenzerzeuger 2b strömt. Der Rücklaufkanal 21 verhindert einen Stau der Fasersuspension an dem dem Einlaßstutzen 20 gegenüberliegenden Ende des Querstromverteilers 3a.

Die Fig. 8 bis 14 zeigen weitere Abwandlungen der Turbulenzerzeugungselemente, die in den Turbulenzerzeugern 2, 2a und/oder 2b verwendet werden können, wobei die Turbulenzerzeugungselemente nicht nur in zwei übereinanderliegenden Querreihen, sondern auch in drei, vier und mehr Querreihen übereinander angeordnet sein können.

Während die Lochplatten 14 der Turbulenzerzeuger nach den Fig. 8 bis 14 alle gleich ausgebildet sind, ist das Turbulenzerzeugungselement 17c

nach Fig. 8 in der zweiten Zone II kreiszylindrisch, in der dritten Zone III als Mehrkant in Form eines regelmäßigen Sechsecks mit einer größeren Querschnittsfläche als in der Zone II und in der vierten Zone IV abgestuft ausgebildet, so daß der Querschnitt oder Umriß in der vierten Zone IV innerhalb jeder Stufe schwertförmig in Strömungsrichtung abnimmt.

Nach Fig. 9 ist das Turbulenzerzeugungselement 17d auch in der zweiten Zone II einmal abgestuft, und zwar von einem größeren kreiszylindrischen auf einen kleineren kreiszylindrischen Querschnitt, in der dritten Zone III wieder mehrkantförmig, jedoch mit einem größeren Querschnitt als in der zweiten Zone II, und in der vierten Zone IV ungestuft schwertförmig, d.h. sich in Strömungsrichtung verjüngend, ausgebildet. Das Turbulenzerzeugungselement 17e nach Fig. 10 ist in der zweiten Zone II kegelstumpfförmig mit sich in Strömungsrichtung stetig bis zur dritten Zone III vergrößerndem Querschnitt, in der dritten Zone III wieder sechskantförmig und in der vierten Zone IV in mehreren kegelstumpfförmigen Stufen in Strömungsrichtung sich verjüngend ausgebildet.

Das Turbulenzerzeugungselement 17f nach Fig. 11 hat in der zweiten Zone II einen ersten kegelstumpfförmigen Abschnitt mit sich in Strömungsrichtung vergrößerndem Querschnitt und einen zweiten zylindrischen Abschnitt mit geringerem Querschnitt, in der dritten Zone III einen sechskantförmigen Umriß mit größerem Querschnitt als in der zweiten Zone II und in der vierten Zone IV eine sich zum Ende konisch bzw. kegelig hin verjüngende Spitze.

Das Turbulenzerzeugungselement 17g hat in der zweiten Zone II mehrere hintereinander angeordnete kegelstumpfförmige Abschnitte mit in Strömungsrichtung zunehmendem Querschnitt, in der dritten Zone III einen sechskantförmigen Umriß und in der vierten Zone IV einen zylindrischen Abschnitt mit kleinerem Querschnitt als in der Zone III, an den sich ein kegelstumpfförmiger Abschnitt mit in Strömungsrichtung abnehmendem Querschnitt anschließt.

Das Turbulenzerzeugungselement 17h nach Fig. 13 hat in der zweiten Zone II einen ersten kegelstumpfförmigen Abschnitt mit in Strömungsrichtung zunehmendem Querschnitt, daran anschließend einen Abschnitt mit kreiszylindrischem Querschnitt, dessen Durchmesser dem größten Durchmesser des kegelstumpfförmigen ersten Abschnitts entspricht, und daran anschließend einen weiteren kegelstumpfförmigen Abschnitt mit in Strömungsrichtung zunehmendem Querschnitt, dessen kleinster Durchmesser kleiner als der des zweiten Abschnitts ist, in der dritten Zone III einen sechskantförmigen Umriß und in der vierten Zone IV zunächst einen ersten Abschnitt, der ohne Ab-

stufung an die dritte Zone III anschließt und einen sechskantförmigen Umriß mit schneiden- oder schwertartig in Strömungsrichtung konvergierendem Querschnitt aufweist und daran ohne Abstufung anschließend einen letzten kegelstumpfförmigen Abschnitt.

Das Turbulenzerzeugungselement 17i nach Fig. 14 hat in der zweiten Zone II drei kreiszylindrische Abschnitte mit in Strömungsrichtung abgestuft abnehmendem Durchmesser und daran anschließend einen etwa kegelstumpfförmigen Abschnitt mit sich in Strömungsrichtung bis auf den des sich in der dritten Zone anschließenden Sechskantabschnitts verträßerndem Durchmesser und in der vierten Zone IV einen kegelstumpfförmigen Abschnitt, der sich in Strömungsrichtung verjüngt.

Die Fig. 15, 16 und 17 zeigen Turbulenzerzeuger, deren Turbulenzerzeugungselemente 17j, 17k und 17l in der dritten Zone III andere Mehrkantformen aufweisen. So sind die Turbulenzerzeugungselemente 17j und 17k nach den Fig. 15 und 16 in der dritten Zone III im Umriß sechseckig und die Turbulenzerzeugungselemente 17l nach Fig. 17 in der dritten Zone III im Umriß viereckig (quadratisch). Die Anordnung der Turbulenzerzeugungselemente 17j und 17k sowie der Löcher 15 nach den Fig. 15 und 16 ist so gewählt, daß die jeweils in den Eckpunkten von Quadraten liegen, wobei die Löcher 15 jeweils von vier Turbulenzerzeugungselementen in gleichen Abständen umgeben sind.

Nach Fig. 17 liegen die Turbulenzerzeugungselemente 17l wieder in den Eckpunkten gleichseitiger Dreiecke und die Löcher 15 in der Mitte dieser Dreiecke.

Fig. 18 zeigt einen Turbulenzerzeuger, bei dem die Turbulenzerzeugungselemente 17m rohrförmig ausgebildet sind. Ihr Umriß ist ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 abgestuft, während ihr innerer Querschnitt zylindrisch ist, jedoch von Zone zu Zone stufenweise zunimmt.

Die Verteilung der Turbulenzerzeugungselemente 17m und Löcher 15 ist der in Fig. 19 dargestellten Ansicht C zu entnehmen: Die Turbulenzerzeugungselemente 17m sind wieder in den Eckpunkten gleichseitiger Rasterdreiecke und die Löcher 15 in der Mitte dieser Dreiecke angeordnet.

Dieser mit rohrförmigen Turbulenzerzeugungselementen ausgestattete Turbulenzerzeuger hat den Vorteil, daß die Turbulenzerzeugungselemente 17m außen und innen umströmt werden. Dies bewirkt, daß der Turbulenzerzeuger ein anderes Strömungsverhalten aufweist, weil der Fasersuspension beim Durchströmen des Turbulenzerzeugers infolge der rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente 17m zwei getrennte Strömungswege zur Verfügung stehen.

Dadurch wird der Gesamtstrom in zwei Teil-

ströme aufgeteilt, einen Innen- und einen Außenstrom. Diese Aufteilung des Gesamtstroms erlaubt es, den Außenstrom beim Durchströmen der durch den Umriß der Turbulenzerzeugungselemente begrenzten Strömungswege wie bei den massiven Turbulenzerzeugungselementen nach den Fig. 1 bis 17 zu verwirbeln und in Turbulenz zu versetzen, zusätzlich aber auch den Innenstrom durch gezielte Querschnittsveränderungen im inneren Strömungskanal zu beeinflussen. So werden durch die stufenartigen Querschnittserweiterungen Stoßverluste im Innenstrom ausgelöst, die infolge hoher Scherkräfte dafür sorgen, daß Faserflocken im Innenstrom aufgelöst werden. Es können aber auch durch Querschnittsverengungen im Innenkanal Wandreibungsverluste erzeugt werden, die zu einer hohen Mikroturbulenz im Innenstrom führen. Die Durchflußmenge und Strömungsgeschwindigkeit in den inneren und äußeren Teilströmen ist hierbei eine Funktion der Strömungswiderstände in den einzelnen Strömungswegen. Das heißt, wenn im äußeren Teilstrom, z.B. durch Bildung enger sechskantförmiger Kanäle, hohe Strömungswiderstände gebildet werden, wird ein Großteil der Fasersuspension durch den mit weniger Widerstand behafteten inneren Strömungsweg ausweichen, oder umgekehrt. Je nach Unterschied der Strömungsgeschwindigkeit in den Teilströmen erfolgt bei der Wiedervereinigung der Teilströme nach dem Durchströmen des Turbulenzerzeugers eine weitere Verwirbelung der Fasersuspension. Weitere Vorteile sind darin zu sehen, daß infolge des größeren Durchflußquerschnitts ein höherer Durchsatz an Fasersuspension durch den Turbulenzerzeuger möglich ist. Auf die inneren und äußeren Teilströme kann gesondert eingewirkt werden. In jedem Teilstrom können durch stufenartige Erweiterungen des Durchflußquerschnitts hohe Stoßverluste hervorgerufen werden.

Durch Verengung der Durchflußquerschnitte kann in beiden Teilströmen eine hohe Mikroturbulenz erzeugt werden. Wenn der äußere Durchflußkanal verengt und der innere erweitert wird, ergibt sich im äußeren Teilstrom eine hohe Mikroturbulenz und im inneren Teilstrom aufgrund von Stoßverlusten eine gute Fasermischung, oder umgekehrt bei umgekehrter Querschnittsänderung. Durch das Vermeiden von Zwischenstegen, die bei den gesamten Zuführkanal bildenden Lochplatten- oder Rohrbündelkonstruktionen unumgänglich sind, kann die Fasersuspension stoßfrei aus dem Turbulenzerzeuger austreten. Infolge der rohrförmigen Gestaltung der Turbulenzerzeugungselemente kann die Fasersuspension beim Durchströmen des Turbulenzerzeugers mit der größtmöglichen Wandfläche in Berührung gebracht werden. Dies bedeutet, daß die Fasersuspension optimal in Bezug auf Faserverteilung und Mikroturbulenz beeinflusst werden

kann.

Die Fig. 20 und 21 zeigen die Form und Anordnung eines Turbulenzerzeugers mit rohrförmigen Turbulenzerzeugungselementen 17n, bei dem zur Vereinfachung der Herstellung der Abstufung in der ersten Zone I der Turbulenzerzeugungselemente 17n jeweils eine Büchse 22 mit einer der Dicke der Lochplatte 14 entsprechenden axialen Länge fest eingesetzt ist. Der Innendurchmesser der innen zylindrischen Turbulenzerzeugungselemente 17n vergrößert sich daher von der ersten Zone I zur zweiten Zone II, ebenso von der zweiten Zone II zur dritten Zone III, um dann bis nahezu zum Ende der vierten Zone IV konstant zu bleiben. Nur an den Enden der vierten Zone IV erweitert sich der Durchflußquerschnitt der Turbulenzerzeugungselemente 17n konisch, ebenso wie bei den Turbulenzerzeugungselementen 17m. Außen sind die Turbulenzerzeugungselemente 17n in der dritten Zone III mehrkantig, insbesondere sechskantig, wie es in der Fig. 21 rechts für Zone III dargestellt ist, wobei der Umfang in der Zone III größer als in den Zonen II und IV ist. Auf der linken Seite der Fig. 21 ist eine Alternative der Turbulenzerzeugungselemente 17n mit kreisförmigem Umriß in der Zone III und im übrigen gleicher Form wie der Turbulenzerzeugungselemente 17n dargestellt.

Der in Fig. 22 dargestellte Querschnitt XXII-XXII der Fig. 20 zeigt, daß sich der innere Durchflußquerschnitt in den Turbulenzerzeugungselementen 17n von der Zone I zur Zone II um den Betrag ΔA_i und der äußere Durchflußquerschnitt außerhalb der Turbulenzerzeugungselemente in der Umgebung jedes Loches 15 um den Betrag ΔA_a von der Zone I zur Zone II vergrößert, wobei der jeweilige Flächenzuwachs in der Zeichnung schwarz schattiert ist. Vorzugsweise ist der Flächenzuwachs ΔA_a gleich ΔA_i gewählt. Der Flächenzuwachs ΔA_a kann aber auch das 0 bis 3fache der lichten Querschnittsfläche eines Loches 15 betragen. In der Zone III kann der Durchflußquerschnitt bei der Ausführungsform nach den Fig. 20 bis 22, bei der der Umriß der Turbulenzerzeugungselemente 17n einen regelmäßigen Sechskant bildet, noch etwa 20 bis 80 % des äußeren Durchflußquerschnitts der Zone II betragen, d.h. die in Fig. 21 dunkel dargestellte Fläche AK kann etwa 20 bis 80 % der Gesamtfläche des Querschnitts eines Loches 15 und der Fläche ΔA_a betragen. In den folgenden Zonen kann der Durchflußquerschnitt jeweils noch 20 bis 100 % des Durchflußquerschnitts in der vorhergehenden Zone betragen. Diese Bemessungen gelten auch für alle übrigen Ausführungsbeispiele.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 23 und 24 sind zur Vereinfachung der Darstellung verschiedene rohrförmige Turbulenzerzeugungselemente 17p bis 17s in einen Turbulenzerzeuger

dargestellt, doch ist in der Praxis jeweils nur eine Ausführungsform der Turbulenzerzeugungselemente 17p bis 17s in einem Turbulenzerzeuger vorgesehen. Nach den Fig. 23 und 24 sind alle Turbulenzerzeugungselemente 17p bis 17s aus ineinander gesteckten Rohrabschnitten gebildet, und zwar das Turbulenzerzeugungselement 17p aus einem sich über die Zone I bis III mit gleichem Innen- und Außendurchmesser erstreckenden Rohrabschnitt 23, in den die Büchse 22 in der Zone I fest eingesetzt und auf den ein weiterer, sich über die Zonen III und IV erstreckender Rohrabschnitt 23 fest aufgeschoben ist, wobei der Rohrabschnitt 24 außen über seine gesamte Länge sechskantförmig ist und sich zu seinen Enden hin konisch verjüngt. Ähnlich wie das Turbulenzerzeugungselement 17p ist das Turbulenzerzeugungselement 17q ausgebildet, nur daß ein sich über die Zonen III und IV erstreckender Rohrabschnitt 25 von der Zone III zur Zone IV auf einen geringeren Durchmesser abgestuft ist. Bei dem Turbulenzerzeugungselement 17r erstreckt sich ein Rohrabschnitt 26 über die gesamte Länge des Turbulenzerzeugungselements 17r, wobei sich innerhalb des Rohrabschnitts 26 über die Zone III ein eingesetzter Rohrabschnitt 27 und außerhalb des Rohrabschnitts 26 ein auf diesen aufgeschobener Rohrabschnitt 27 über die gesamte Zone III und etwa die Hälfte der Zone IV hinweg erstreckt. Das Turbulenzerzeugungselement 17s ist ähnlich wie das Turbulenzerzeugungselement 17r ausgebildet, nur daß der äußere Rohrabschnitt 29 im Bereich der Zone IV auf einen kleineren Durchmesser abgestuft ist und sich bis über die Zone IV hinaus erstreckt.

Die Fig. 25 und 26 zeigen eine Abwandlung des Turbulenzerzeugers nach Fig. 18, bei der die rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente 17t zwei oder mehr axiale Schlitze 30 aufweisen, die sich über die Abschnitte III und IV erstrecken. Derartige Schlitze können auch bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 20 bis 24 vorgesehen sein. Diese Schlitze haben den Vorteil, daß sie bereits innerhalb der Turbulenzerzeugungselemente 17t einen Druck- und Strömungsausgleich zwischen den inneren Strömungen und der äußeren Strömung gestatten.

Fig. 27 zeigt einen Stoffauflauf, der im Prinzip dem Stoffauflauf nach Fig. 1 entspricht, nur daß anstelle zweier Turbulenzerzeuger nur ein Turbulenzerzeuger vorgesehen ist. Dieser Turbulenzerzeuger ist ähnlich dem Turbulenzerzeuger 2b nach Fig. 7 ausgebildet. Er weist Turbulenzerzeugungselemente 17u und 17b auf, deren Länge zur vertikalen Mitte des Turbulenzerzeugers hin zunimmt, wobei die oberen und unteren Turbulenzerzeugungselemente 17u in ihrem der Zone III entsprechenden letzten Abschnitt entsprechend dem zur

Mündung hin divergierenden Verlauf des Zuführkanals auf ihrer Ober- bzw. Unterseite abgeschrägt sind. Im übrigen sind alle Turbulenzerzeugungselemente 17u und 17b in der Zone II kreiszylindrisch, wie es in Fig. 28 dargestellt ist, in der dritten Zone III sechskantig, wie es in Fig. 29 dargestellt ist, und die Turbulenzerzeugungselemente 17b in der vierten Zone IV in einen kreiszylindrischen Abschnitt und einen sich daran abgestuft anschließenden kegelstumpfförmigen Endabschnitt unterteilt. Auf diese Weise ergibt sich ebenfalls aufgrund von Stoßverlusten und hoher Mikroturbulenz in der Zone II bzw. IV eine gute Vermischung und Auf flockung der Fasersuspension und schließlich aufgrund der vorgewählten Querschnittsabnahme der Turbulenzerzeugungselemente in der Zone IV eine gleichmäßige Verteilung der Fasersuspension im Mündungskanal ohne Entmischung.

Die Fig. 30 und 31 stellen eine Abwandlung des Turbulenzerzeugers nach den Fig. 27 bis 29 dar, bei der die Turbulenzerzeugungselemente 17v und 17w weitgehend denen nach Fig. 27 entsprechen, nur daß der abgeschrägte Teil der Turbulenzerzeugungselemente 17v abgestuft und bis auf die Abschrägung kreiszylindrisch ist, während die Endabschnitte der Turbulenzerzeugungselemente 17w nicht kegelstumpfförmig, sondern kreiszylindrisch sind.

Die Fig. 32 und 33 zeigen eine weitere Abwandlung des Turbulenzerzeugers nach Fig. 27, die sich von der Ausführungsform des Turbulenzerzeugers nach Fig. 27 im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß die sich an die im Querschnitt ein regelmäßiges Sechsek darstellenden Abschnitte in Strömungsrichtung anschließenden Abschnitte der vertikal mittleren Turbulenzerzeugungselemente 17x in Strömungsrichtung schwertförmig konvergieren.

Statt die Turbulenzerzeugungselemente 17x unterschiedlich lang auszubilden, können sie auch gleichlang ausgebildet sein, wie es in Fig. 34 dargestellt ist.

Sodann können die Turbulenzerzeugungselemente 17x nach Fig. 34 auch durch andere gleichlange Turbulenzerzeugungselemente ersetzt werden, beispielsweise durch die Turbulenzerzeugungselemente 17a nach Fig. 5 oder die rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente 17m nach Fig. 18.

Die Fig. 35 bis 37 zeigen einen Ausschnitt eines Dreischicht-Stoffauflaufs, bei dem drei Turbulenzerzeuger mit in zwei übereinanderliegenden Reihen angeordneten Turbulenzerzeugungselementen 17u in gleichen Winkelabständen übereinander angeordnet und ihre Zuführkanäle bis kurz vor einer gemeinsamen Mündung, die zwischen zwei Walzen 5 liegt, getrennt sind, wobei um jede Walze 5 ein Sieb 4 herumgeführt ist. Auch hier sind eine die Mündung begrenzende obere Platte 31 und

unter Platte 32 (die sogenannte "Oberlippe" bzw. "Unterlippe") in ihrer zur Mündung hin konvergierenden Richtung verschiebbar, um die Weite der Mündung zu verstellen.

Statt die Turbulenzerzeugungselemente der einzelnen Turbulenzerzeuger nach Fig. 35 alle gleich auszubilden, können die einzelnen Turbulenzerzeuger nach Fig. 35 auch mit unterschiedlichen Turbulenzerzeugungselementen versehen sein, z.B. der untere Turbulenzerzeuger mit den Turbulenzerzeugungselementen 17a nach Fig. 5, der mittlere Turbulenzerzeuger mit den rohrförmigen Turbulenzerzeugungselementen 17t nach Fig. 25 und der obere Turbulenzerzeuger mit den Turbulenzerzeugungselementen 17u.

Andere Abwandlungen der dargestellten Turbulenzerzeuger sind ebenfalls möglich. So können die Löcher 15 statt einen kreisförmigen auch einen elliptischen oder mehrkantigen oder schlitzzartigen Querschnitt aufweisen.

In allen Fällen sind die Turbulenzerzeugungselemente im wesentlichen starr.

25 Ansprüche

1. Turbulenzerzeuger für den Stoffauflauf einer Papiermaschine, bei dem an einer von der Fasersuspension in einer ersten Zone durchströmbar Lochplatte in einem Zuführkanal Turbulenzerzeugungselemente mit Abstand voneinander befestigt sind, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, in wenigstens einer Querschnittsebene einen zylindrischen Umriß aufweisen und an deren Außenseite die Fasersuspension entlangführbar ist, wobei sich der Durchflußquerschnitt zwischen den Turbulenzerzeugungselementen in einer sich an die Lochplatte anschließenden zweiten Zone gegenüber dem Durchflußquerschnitt der zwischen den Turbulenzerzeugungselementen endenden Löcher der Lochplatte erweitert, dadurch gekennzeichnet, daß der Umriß der Turbulenzerzeugungselemente (17-17x) über ihre Länge in mehreren aufeinanderfolgenden Zonen (I-IV) abgestuft ist, daß die Turbulenzerzeugungselemente weitgehend starr sind und daß alle in der Längsrichtung gesehen jeweils einem der Löcher (15) unmittelbar benachbarten Turbulenzerzeugungselemente zugleich jeweils wenigstens zwei weiteren Löchern (15) der Lochplatte (14) unmittelbar benachbart sind.

2. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbulenzerzeugungselemente (17-17x) in der zweiten Zone (II) einen kreisförmigen Umriß mit in Strömungsrichtung konstantem oder linear zunehmendem und/oder abgestuftem Durchmesser aufweisen.

3. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente (17; 17b-17l; 17n-17s; 17u-17x) in der sich an die zweite anschließenden dritten Zone (III) größer als in der zweiten Zone (II) ist.

4. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Umriß der Turbulenzerzeugungselemente (17; 17b-17x) in der dritten Zone (III) mehrkantig ist.

5. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente (17; 17b-17l; 17p; 17r; 17s; 17u-17x) in einer sich an die dritte (III) anschließenden vierten Zone (IV) bis zum Ende der Turbulenzerzeugungselemente hin abnimmt

6. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Umfang der Turbulenzerzeugungselemente (17; 17b-17l; 17p; 17r; 17s; 17u-17x) in der vierten Zone (IV) linear und/oder stufenartig abnimmt.

7. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Querschnittsebene der Strömung liegende Verbindungslinien der Längsmittelachsen (18) aller jeweils einem Loch (15) der Lochplatte (14) in Längsrichtung gesehen unmittelbar benachbarten Turbulenzerzeugungselemente (17; 17a-17j; 17l-17x) die Seiten eines Dreiecks bilden, durch dessen Schwerpunkt die Längsmittelachse (19) dieses Loches (15) verläuft.

8. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in einer Querschnittsebene der Strömung liegenden kürzesten Verbindungslinien der Längsmittelachsen (19) aller jeweils einem Turbulenzerzeugungselement (17j; 17k) in Längsrichtung gesehen unmittelbar benachbarten Löcher (15) der Lochplatte (14) die Seiten eines Dreiecks oder Vierecks bilden

9. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Dreieck wenigstens zwei gleich lange Seiten hat.

10. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Viereck ein Quadrat ist (Fig. 15 und 16).

11. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 4 und einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß einander zugekehrte, zwischen den Kanten jeweils zweier benachbarter Turbulenzerzeugungselemente (17; 17b-17x) in der dritten Zone (III) liegende Seitenflächen parallel sind.

12. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbulenzerzeugungselemente (17m-17t) rohrförmiger mit in ihrer Längsrichtung abgestuftem Innendurchmesser ausgebildet und jeweils in einem

Loch einer der Anzahl der Turbulenzerzeugungselemente entsprechenden Anzahl weiterer Löcher der Lochplatte (14) befestigt sind.

13. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente (17m-17t) von der ersten (I) zur zweiten Zone (II) vergrößert.

14. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente (17r; 17s) von der zweiten (II) zur dritten Zone (III) verringert und von der dritten (III) zur vierten Zone (IV) vergrößert.

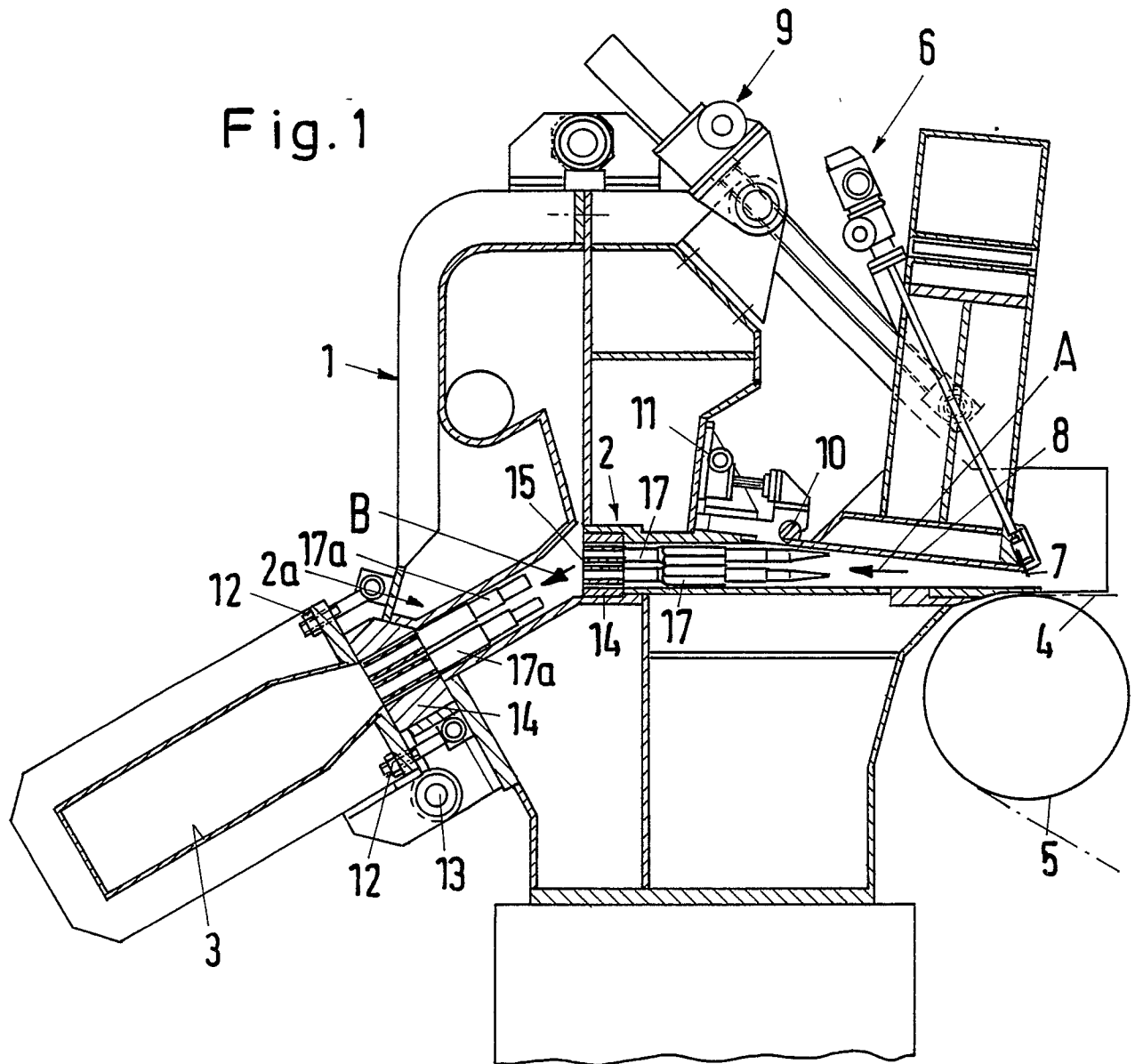
15. Turbulenzerzeuger nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Innendurchmesser der Turbulenzerzeugungselemente (17m-17q; 17t) von Zone zu Zone in Strömungsrichtung zunimmt.

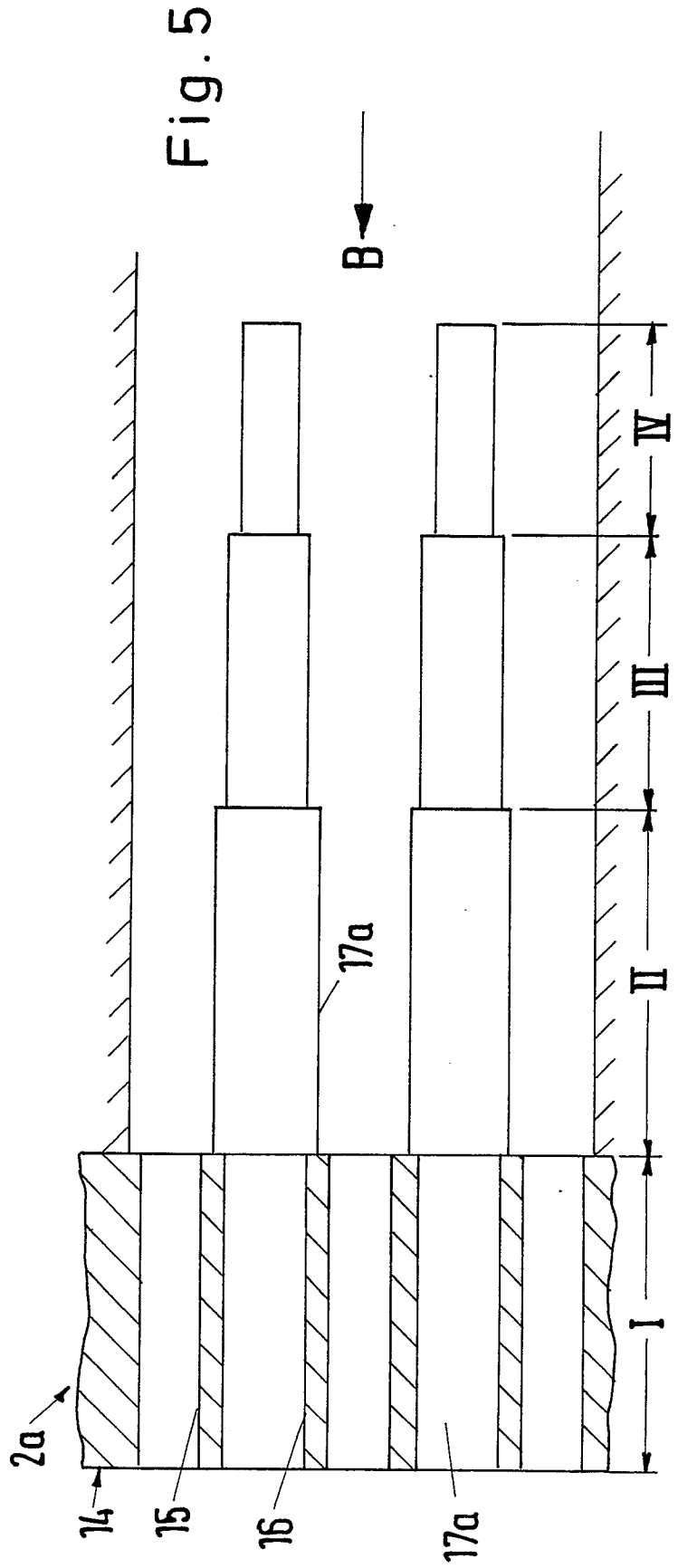
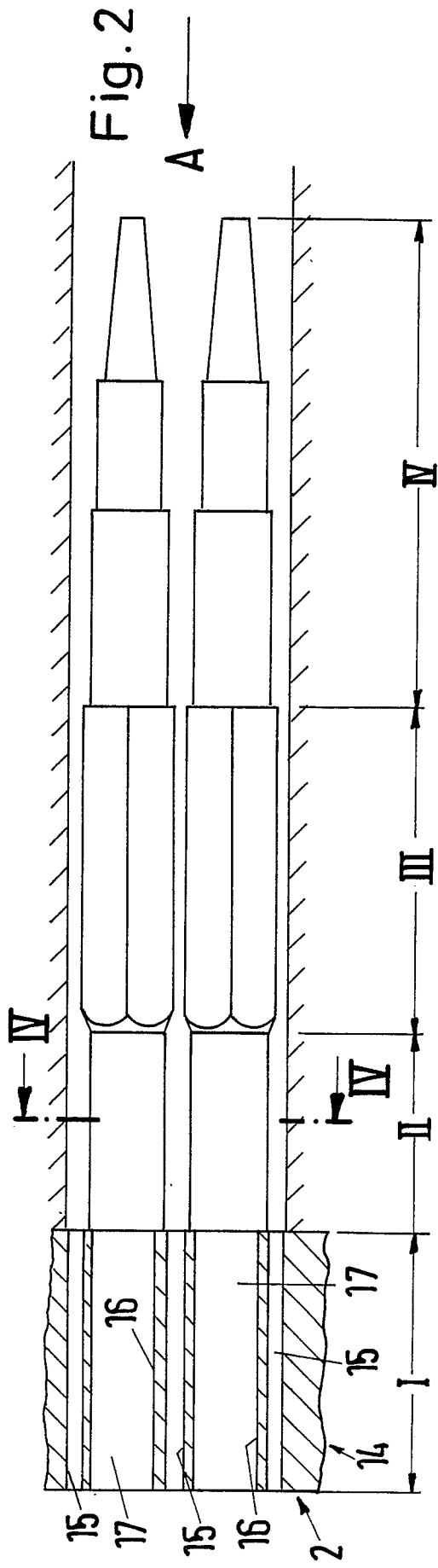
16. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstufungen der rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente (17p-17s) durch ineinandergesteckte Rohrabschnitte (22-29) gebildet sind.

17. Turbulenzerzeuger nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die rohrförmigen Turbulenzerzeugungselemente (17t) in ihren freien Endabschnitten in Längsrichtung geschlitzt sind.

18. Turbulenzerzeuger bestehend aus hinter- oder übereinander angeordneten Turbulenzerzeugern (2, 2a; 2c, 2d) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17.

Fig. 1





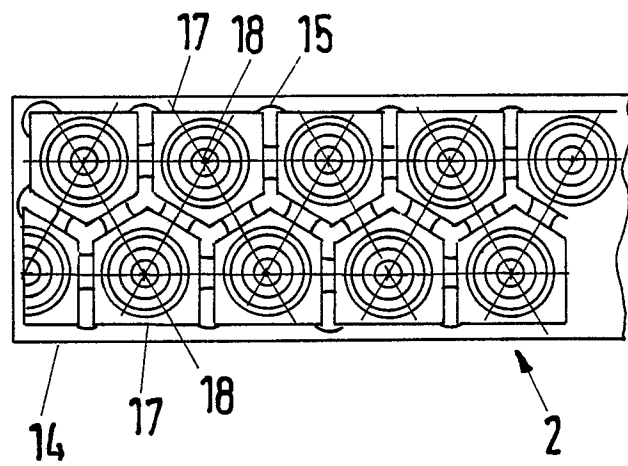


Fig. 3
(A)

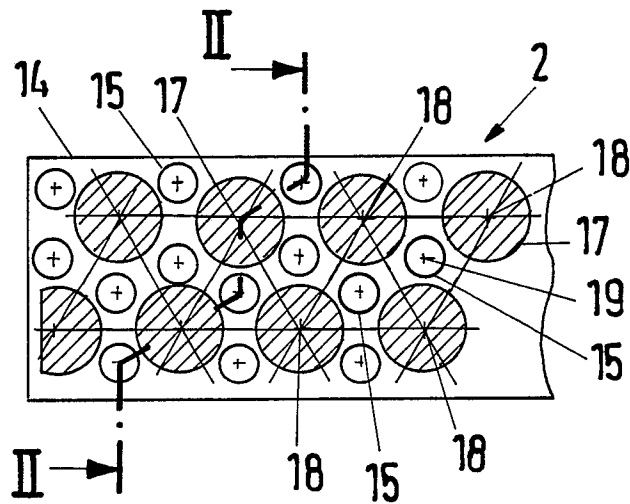


Fig. 4

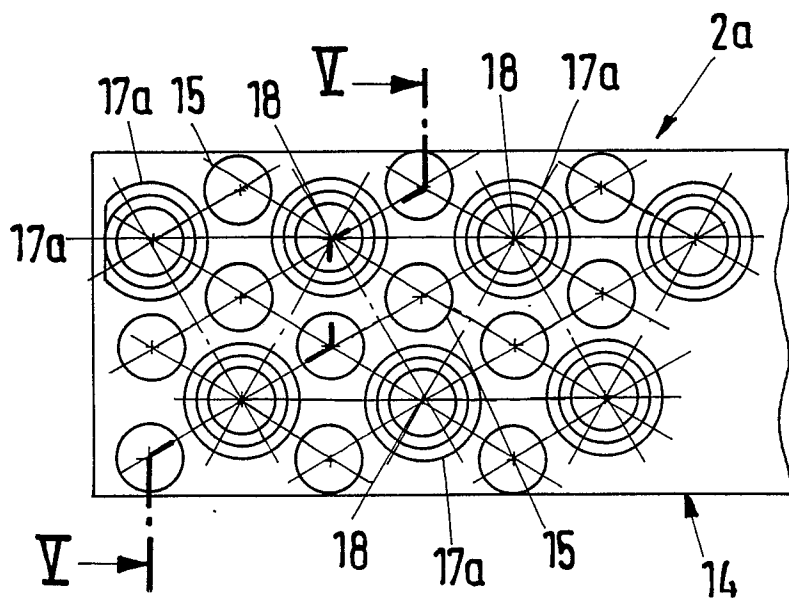
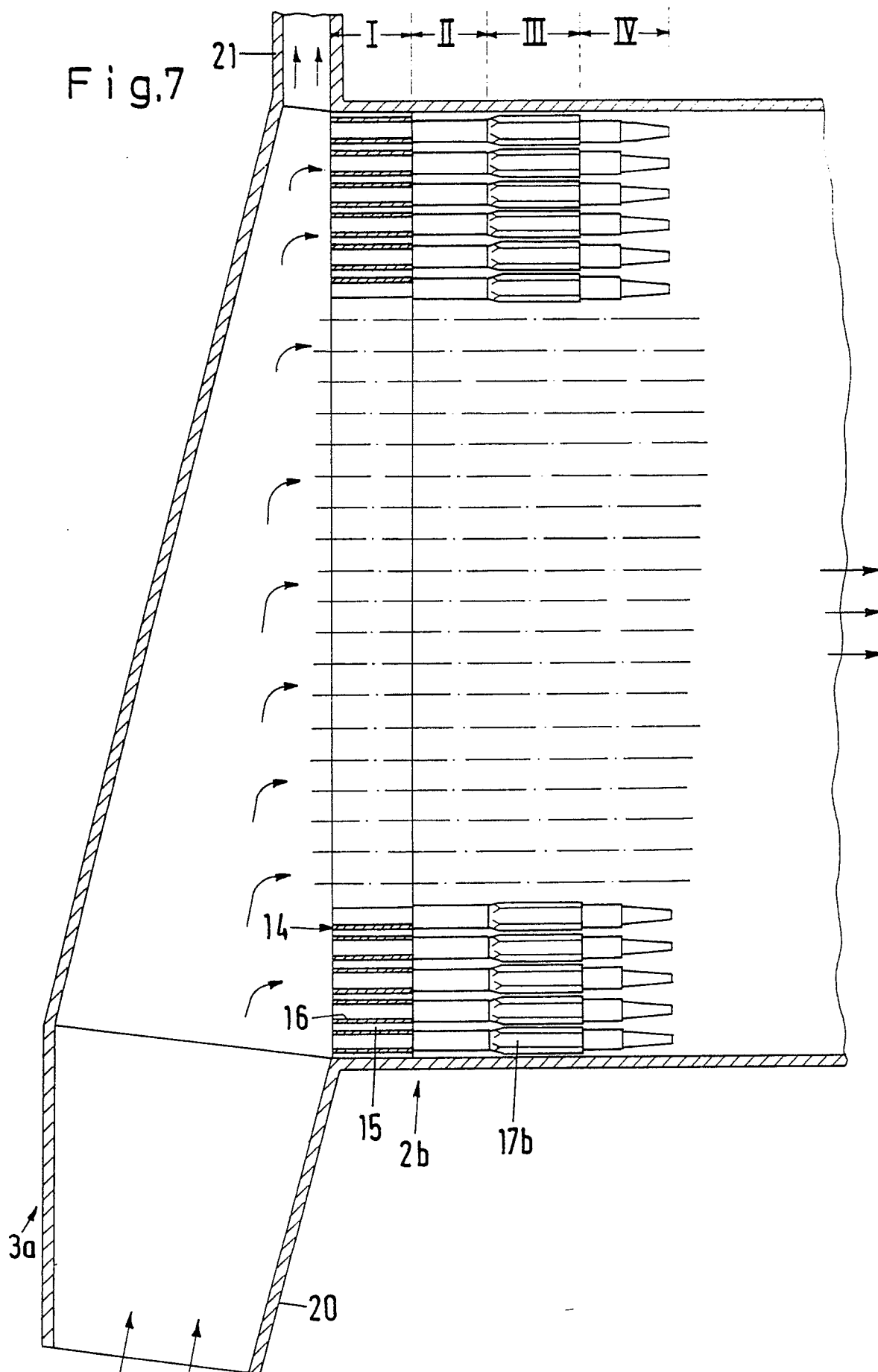


Fig. 6
(B)



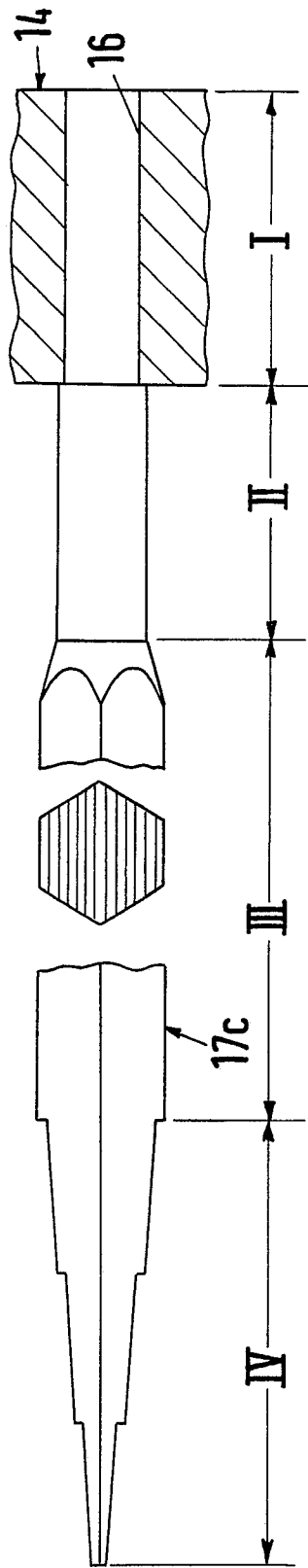


Fig. 8

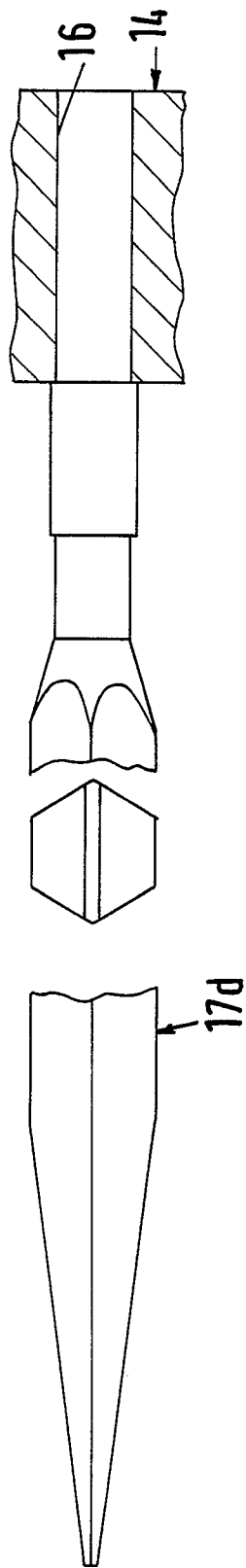


Fig. 9

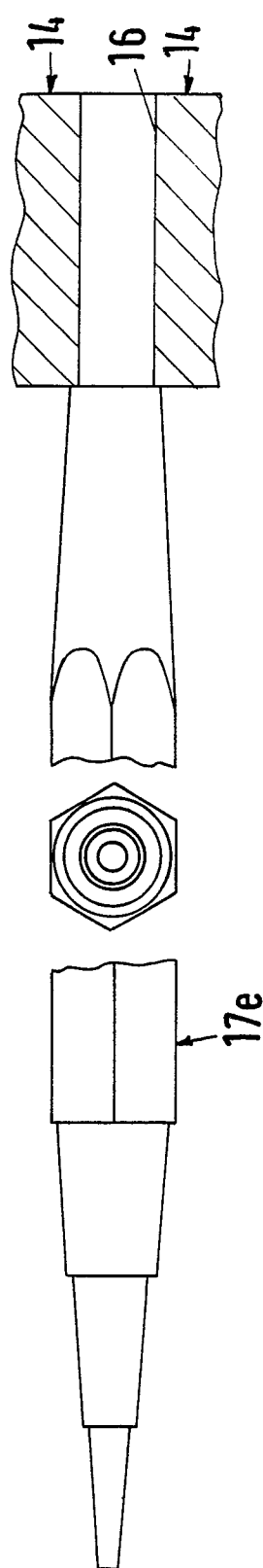


Fig. 10

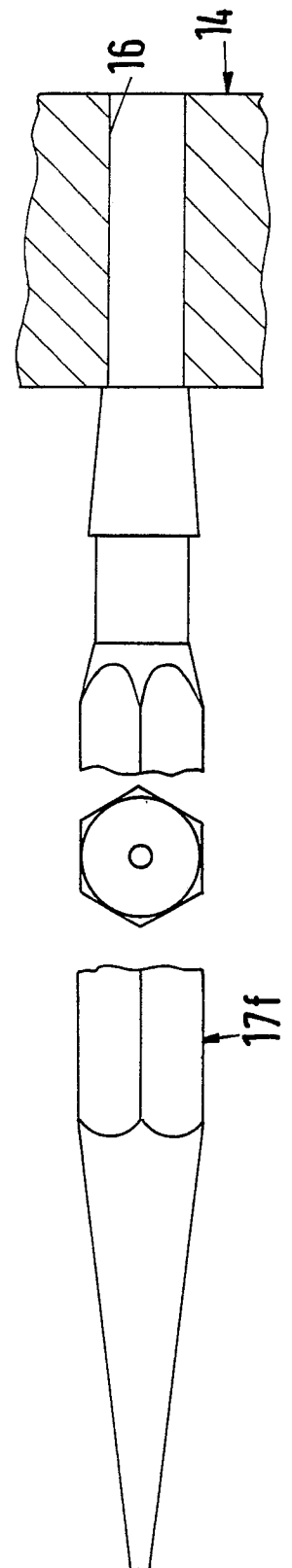


Fig. 11

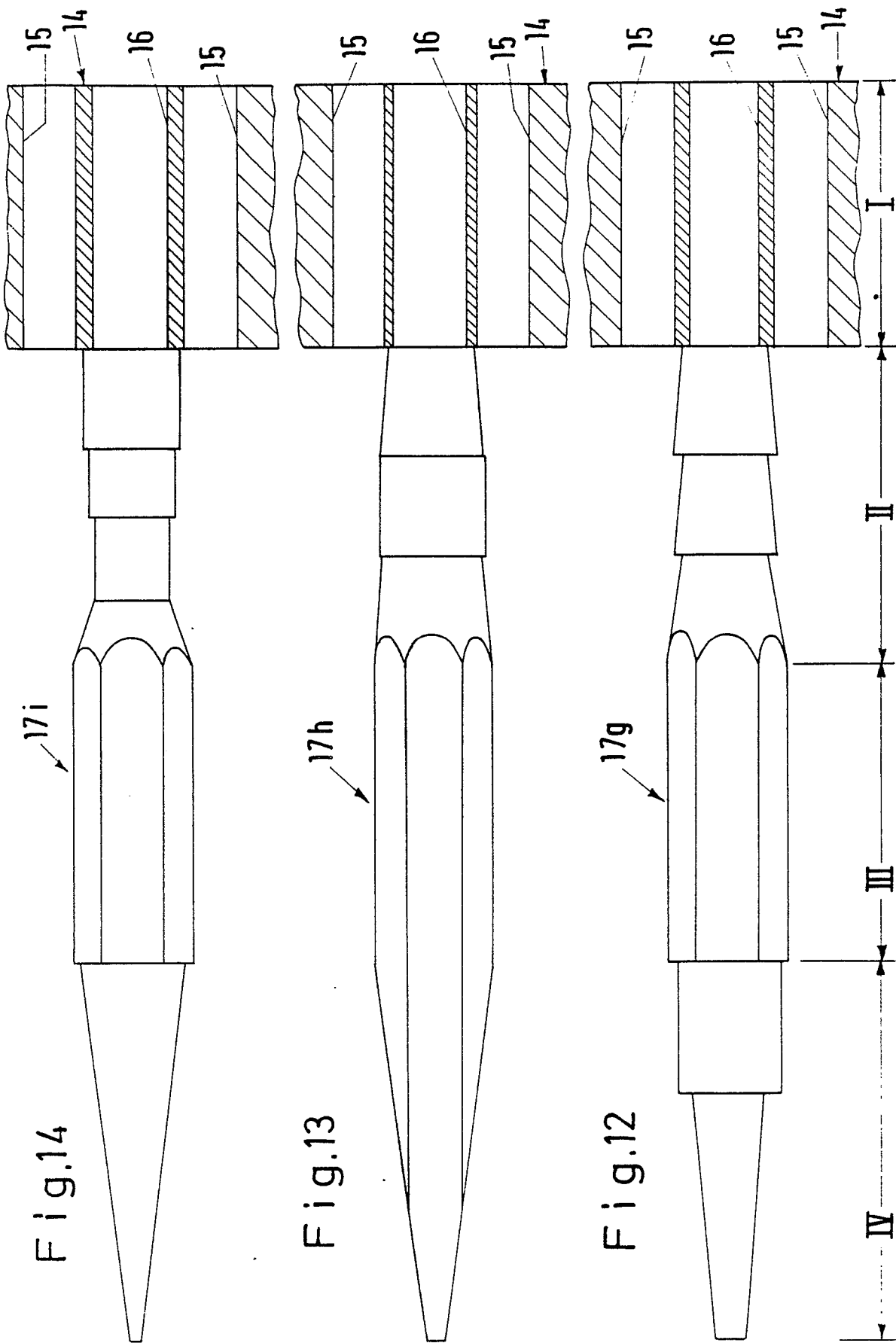


Fig.15

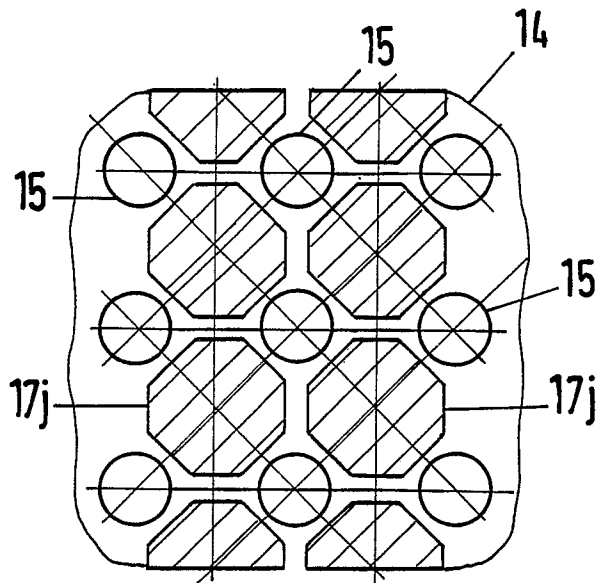


Fig.16

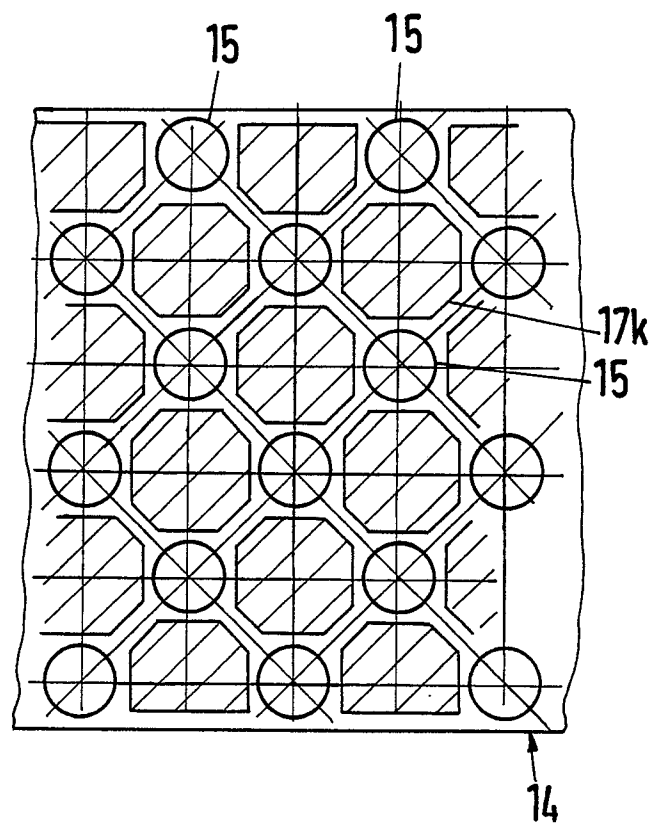
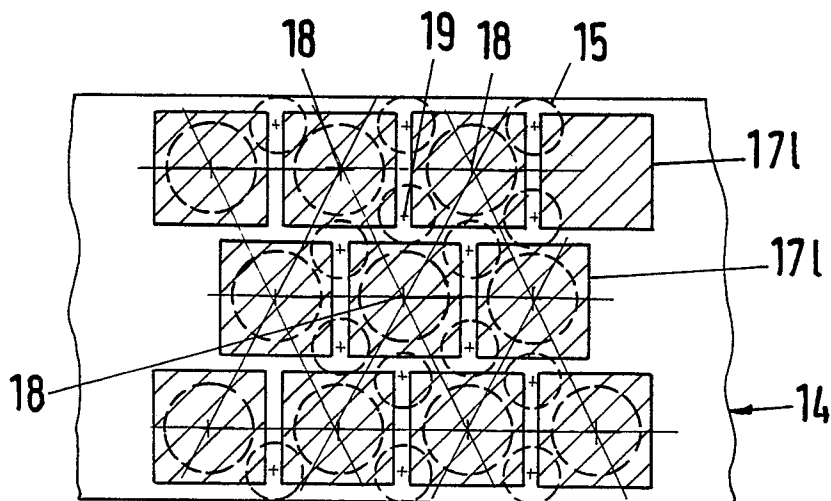
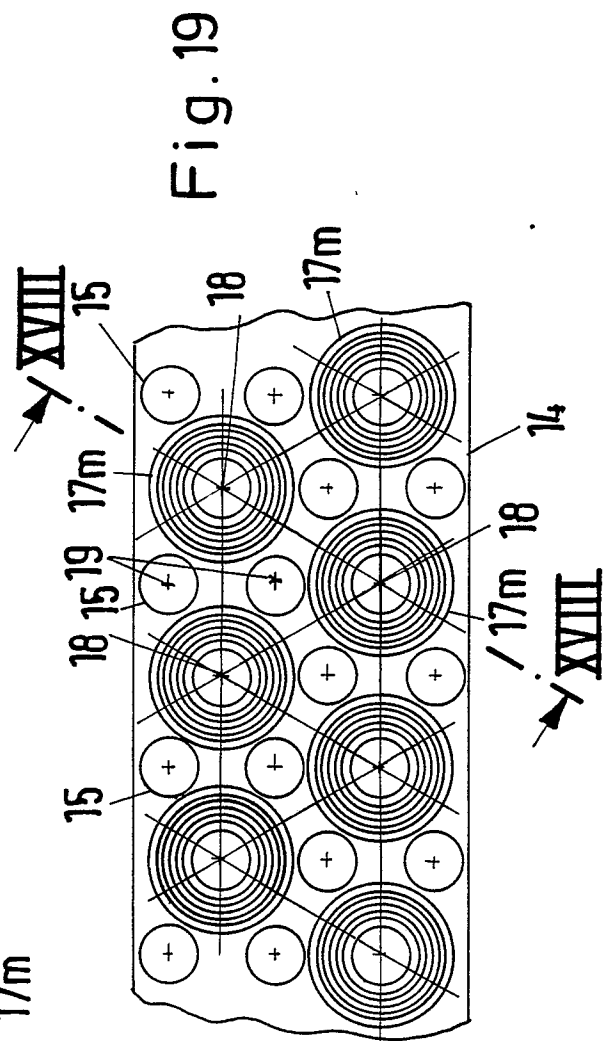
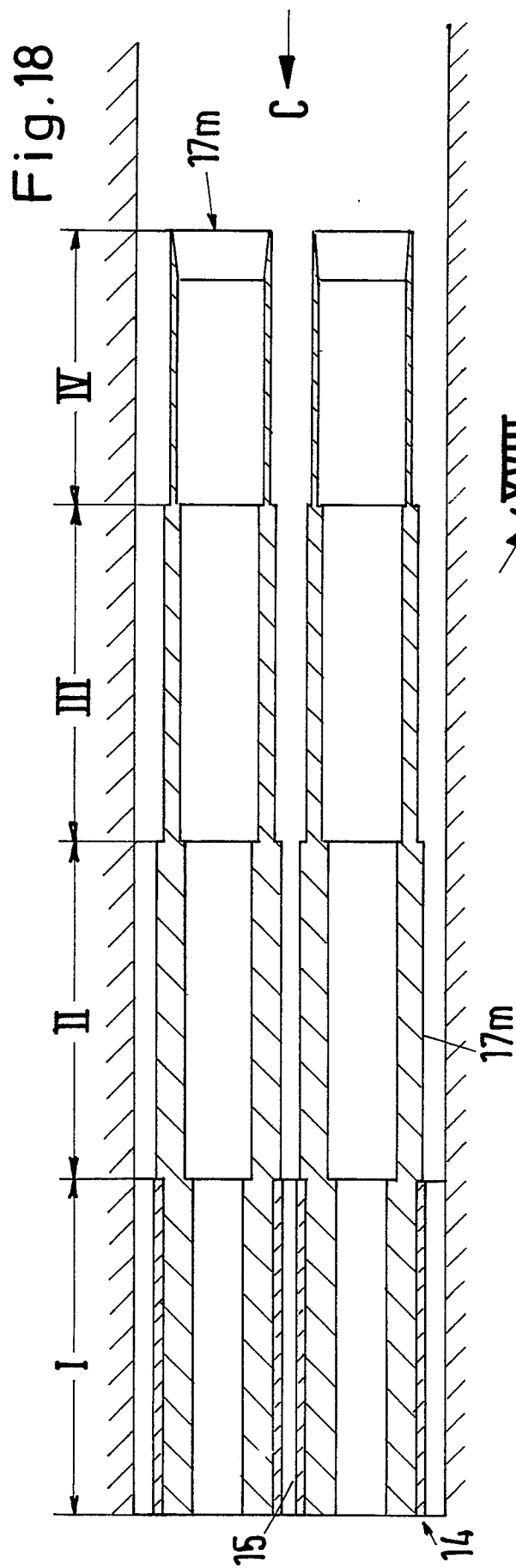
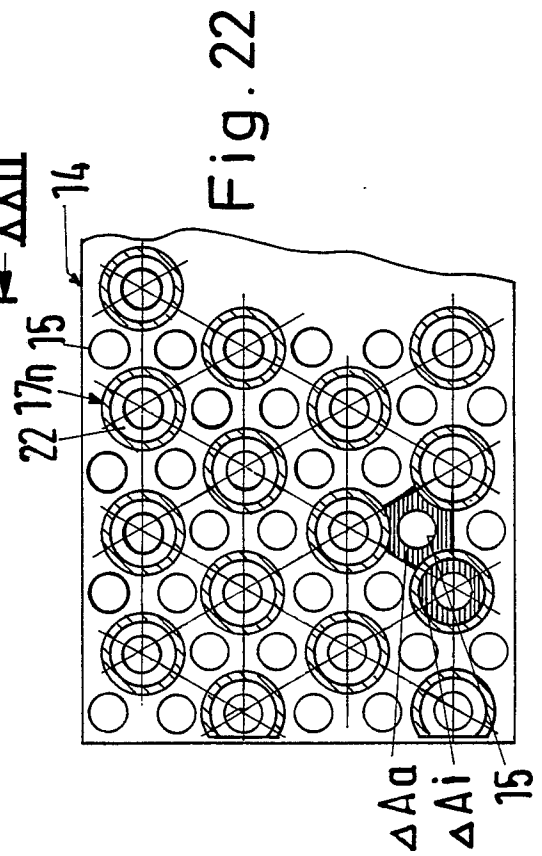
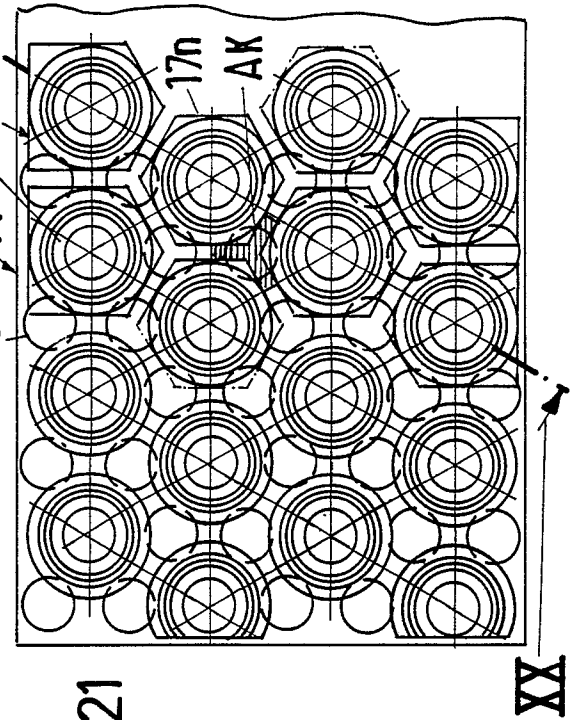
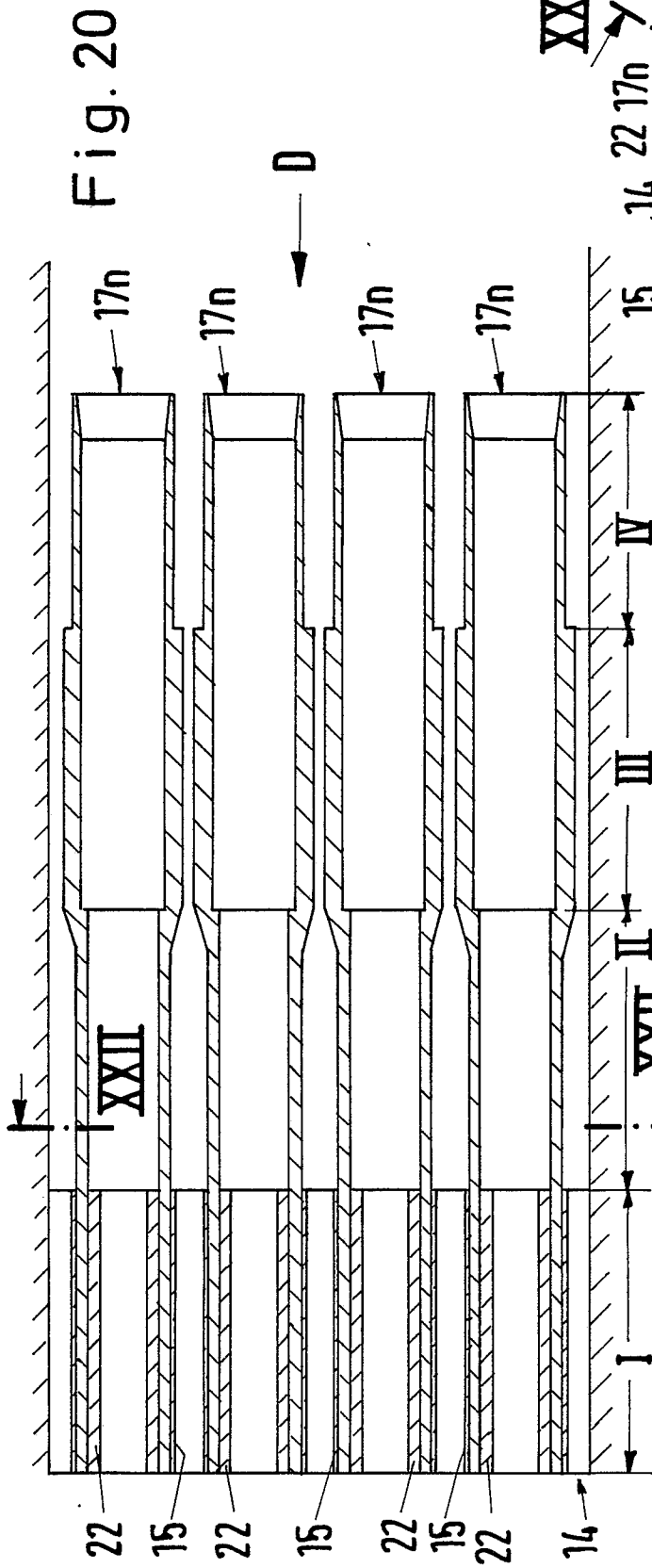


Fig.17







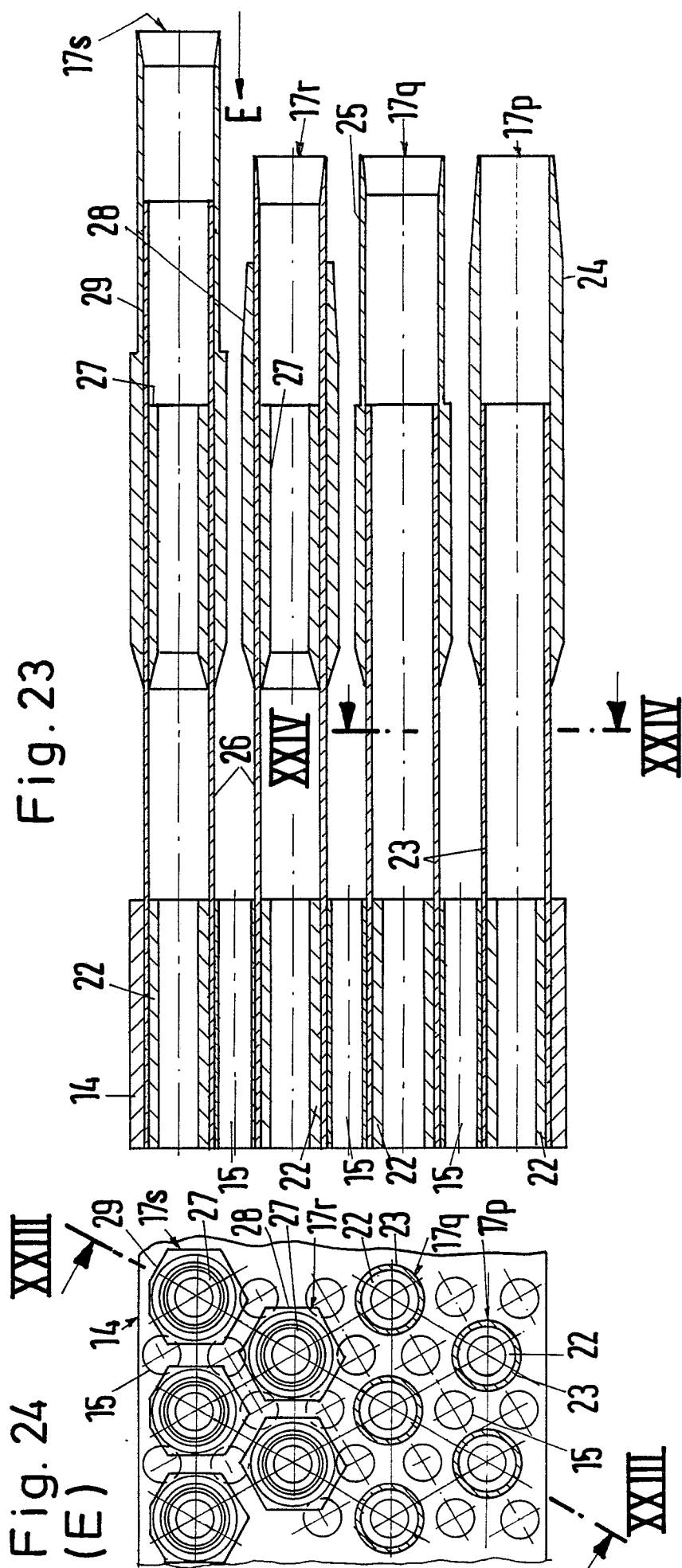


Fig.25

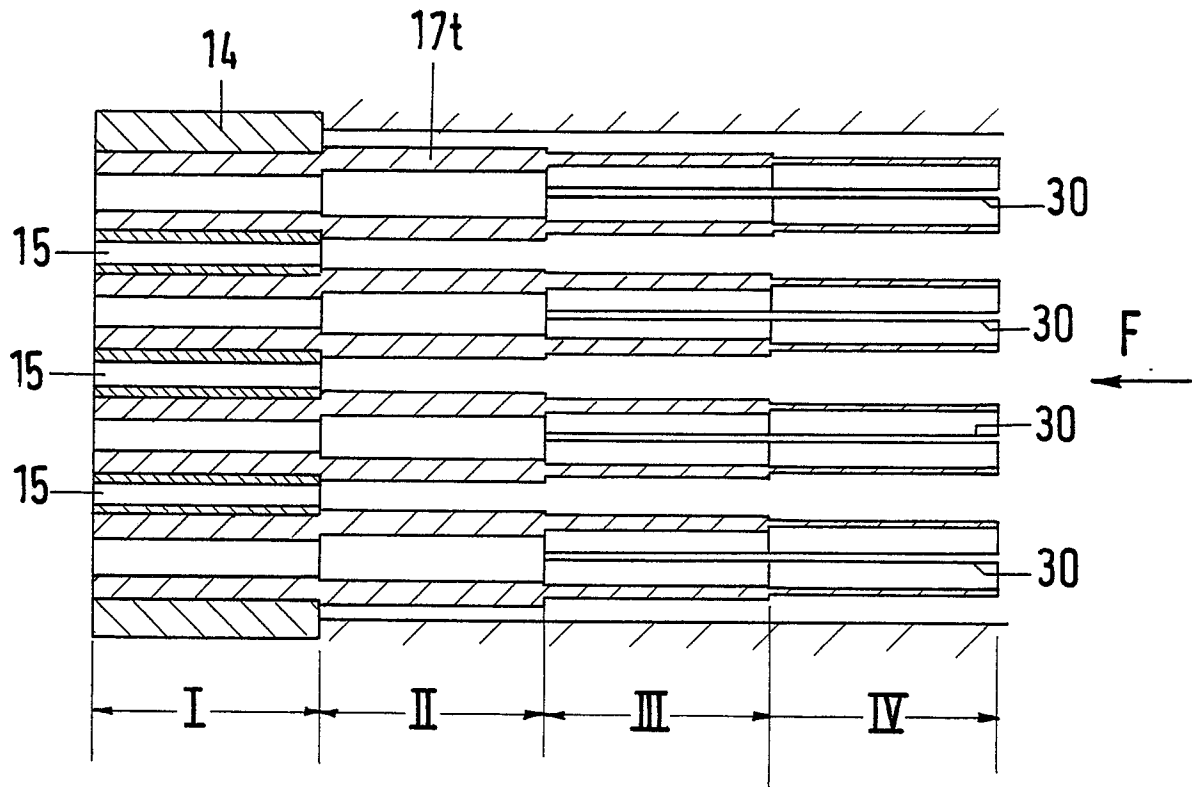
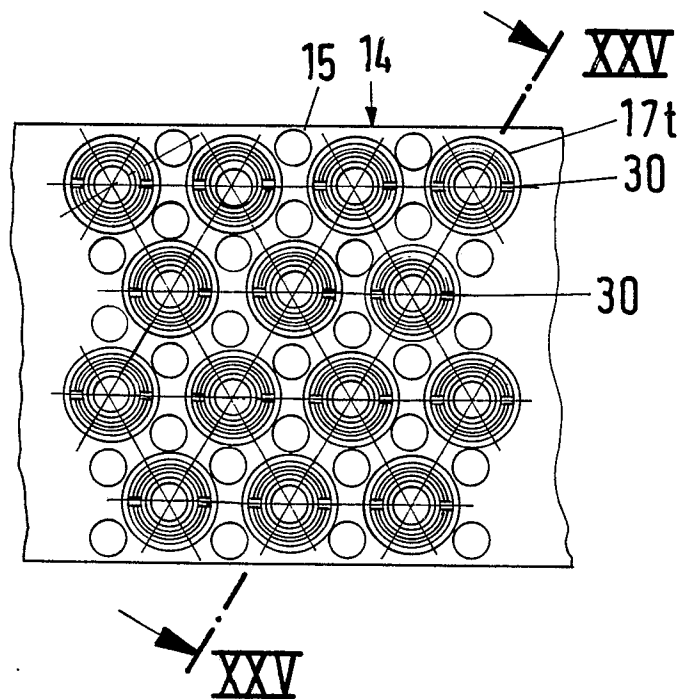


Fig.26



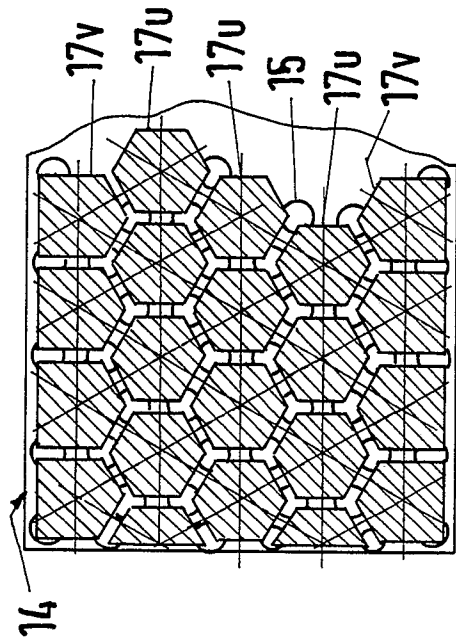
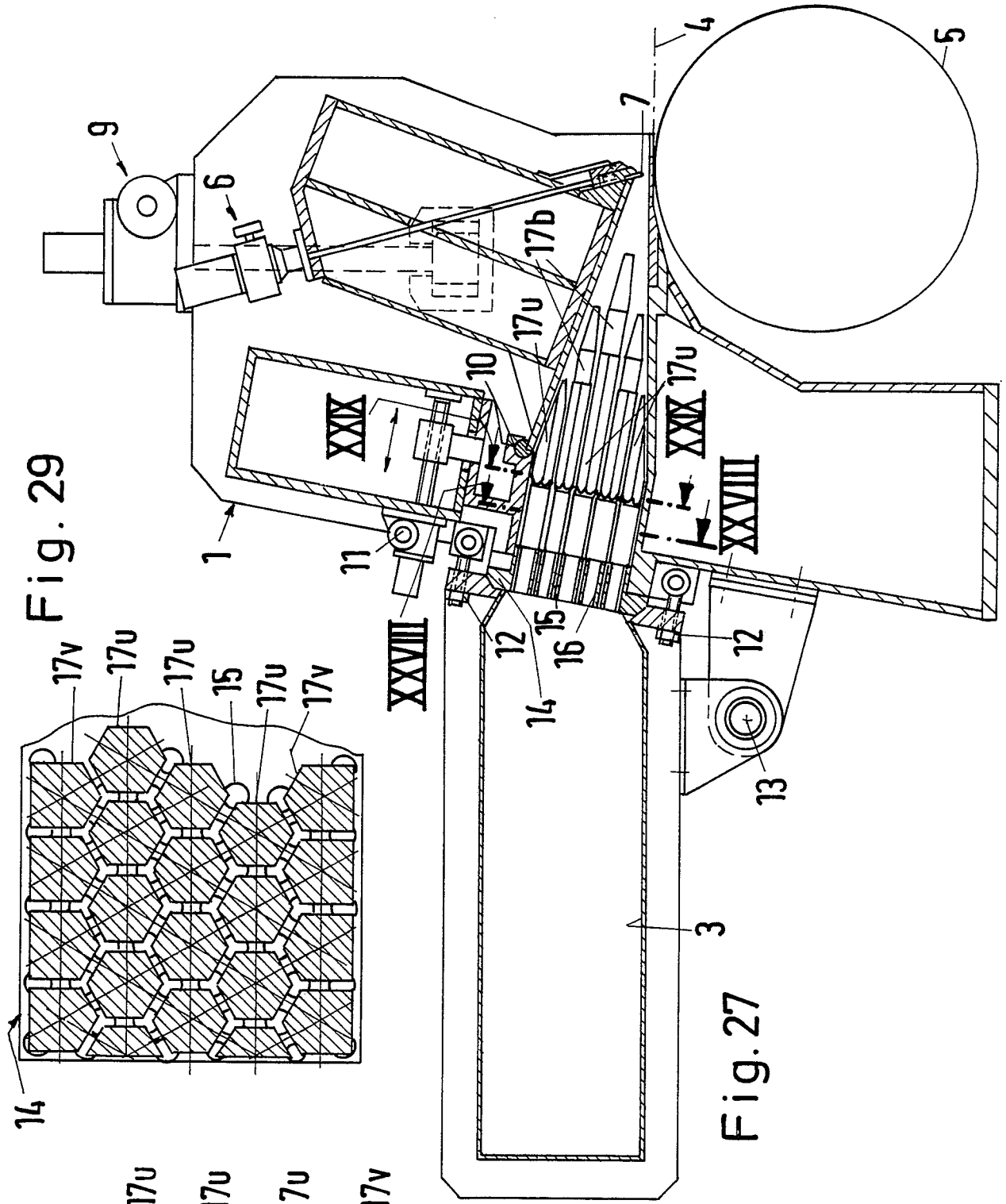


Fig. 28

Fig. 29

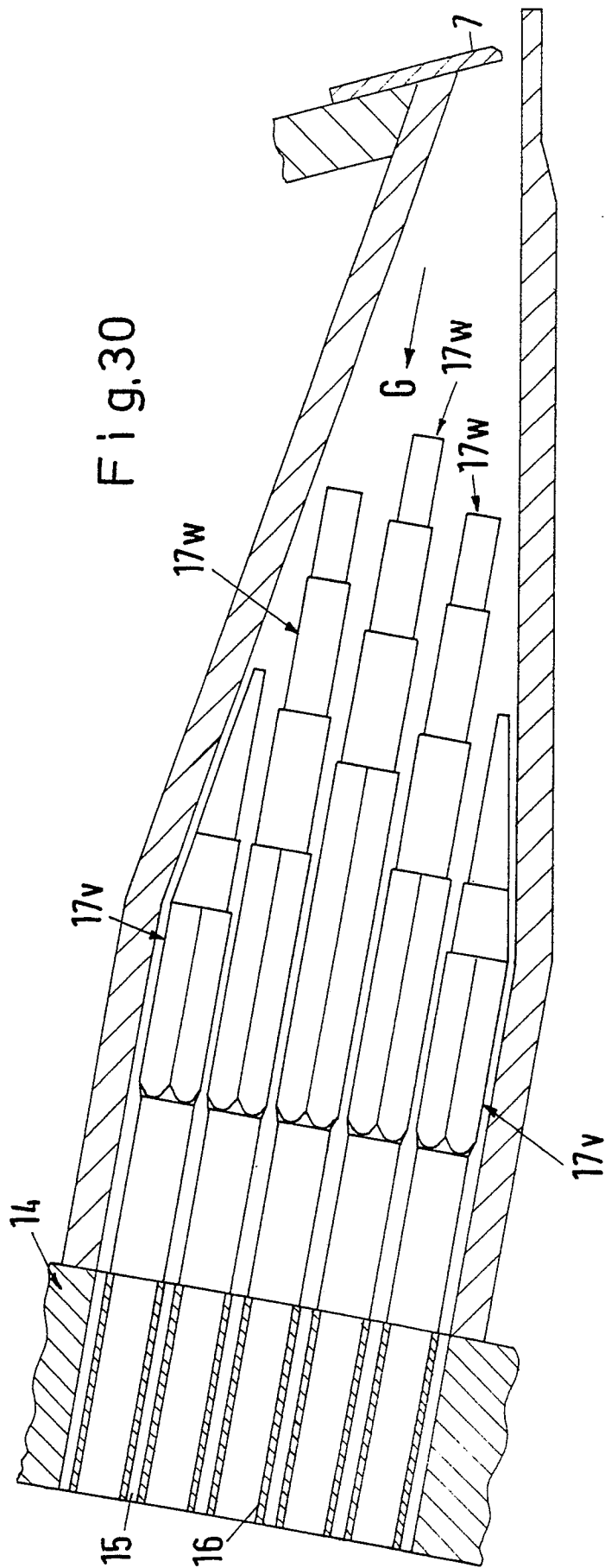


Fig. 30

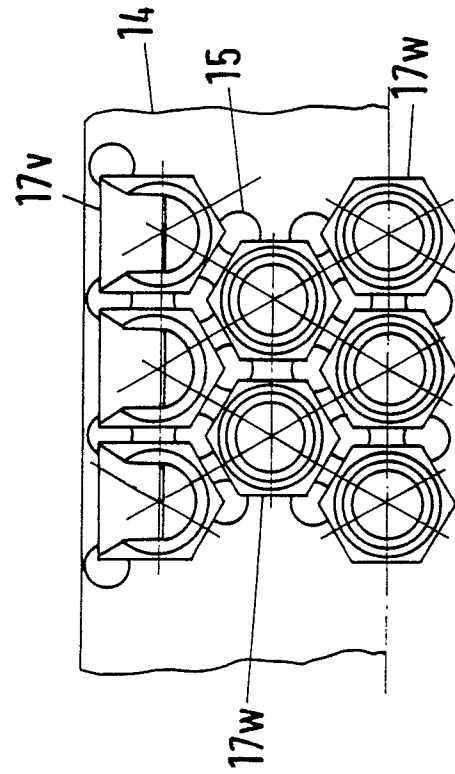


Fig. 31

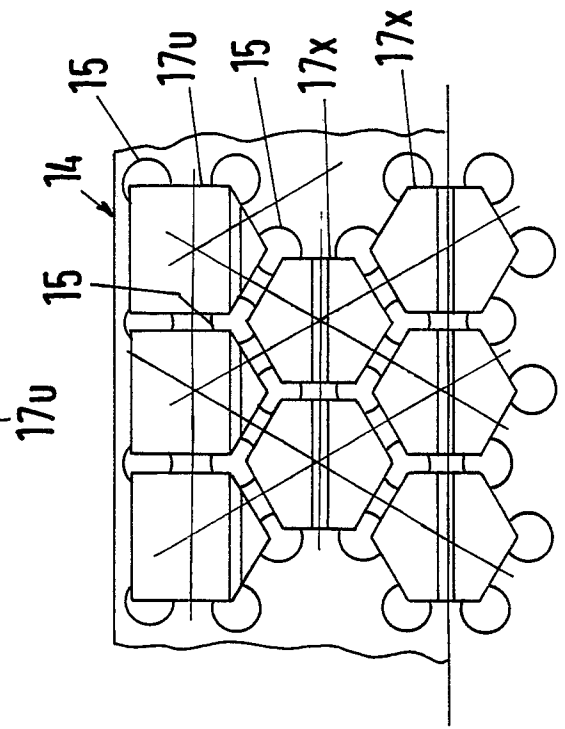
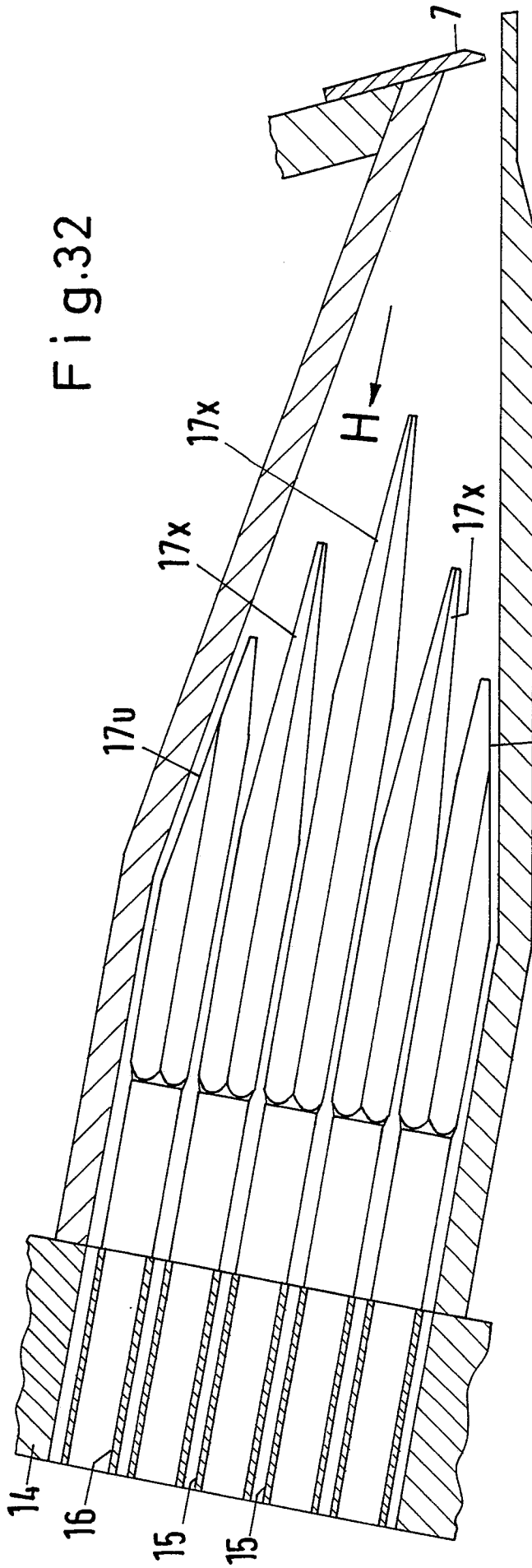
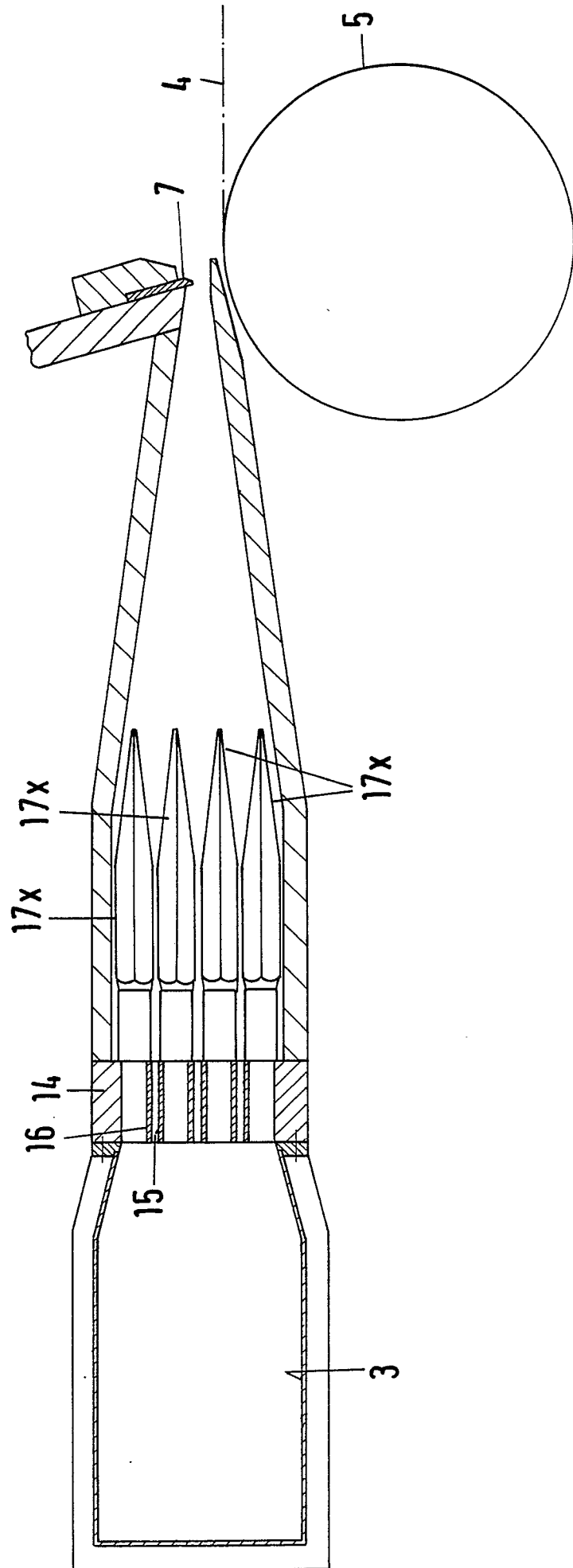
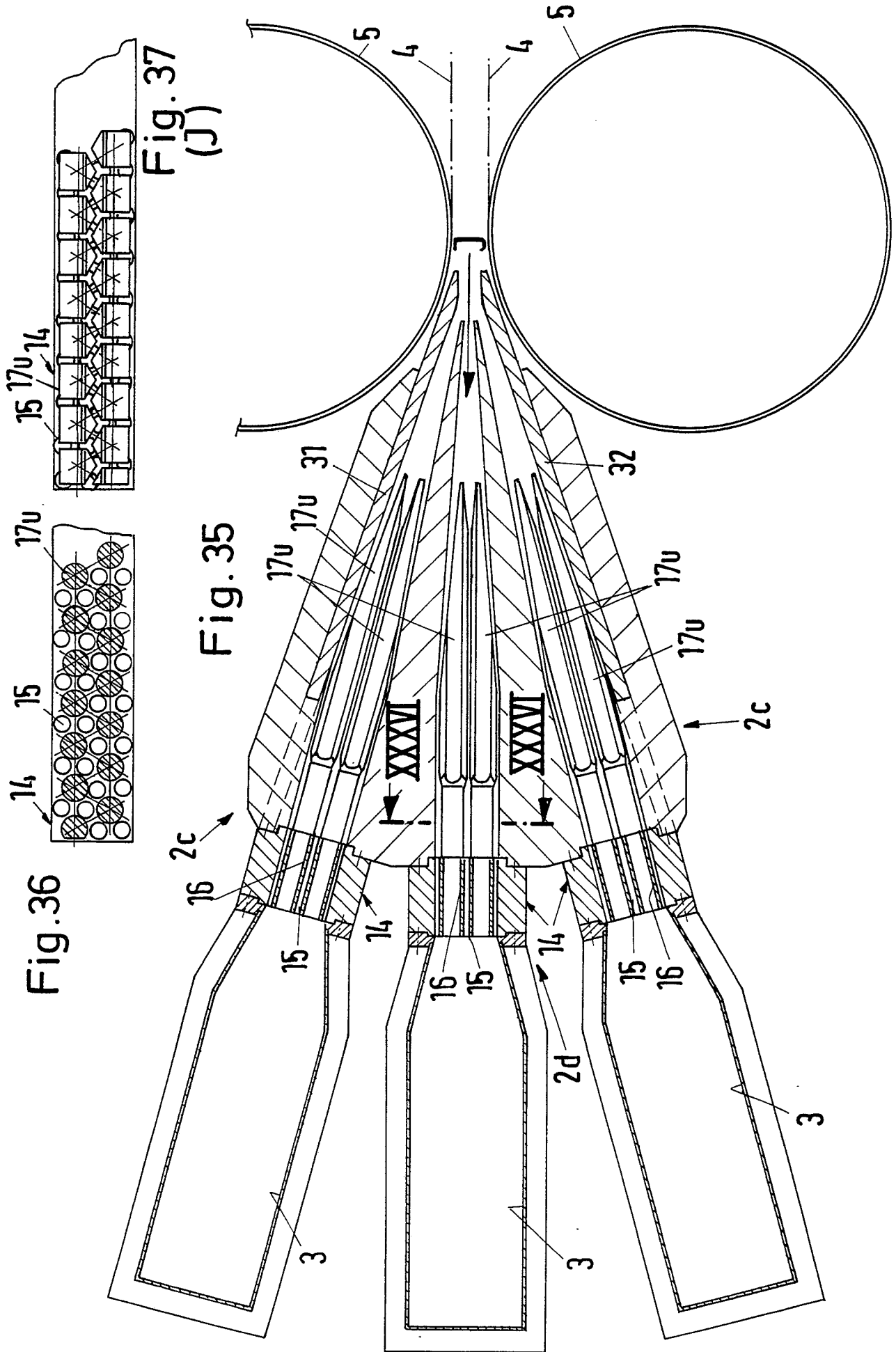


Fig.34





ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 88 11 0914

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 04/10/88

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3939037	17-02-76	Keine	
US-E- 28269	10-12-74	NL-A- 6806412	21-07-69
		FR-A- 1560071	14-03-69
		CH-A- 493693	15-07-70
		GB-A- 1228248	15-04-71
		BE-A- 713221	16-08-68
		DE-A, B, C 1761229	13-04-72
		US-A- 3607625	11-05-71
		SE-B- 354881	26-03-73
DE-U- 8520836	02-01-86	DE-A- 3525760	27-02-86
EP-A- 0166669	02-01-86	US-A- 4534399	13-08-85
		DE-A- 3561253	04-02-88



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 0914

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
X	US-A-3 939 037 (HILL) * Das ganze Dokument *	1,2	D 21 F 1/02
A	US-E- 28 269 (HILL et al.) * Das ganze Dokument *	1,2	
A	DE-U-8 520 836 (SULZER-ESCHER WYSS)		
A	EP-A-0 166 669 (CROWN ZELLERBACH)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			D 21 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-09-1988	Prüfer DE RIJCK F.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			