



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 899 228 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.03.1999 Patentblatt 1999/09

(51) Int. Cl.⁶: **B65H 23/24**, B65H 29/52

(21) Anmeldenummer: **98110743.6**

(22) Anmeldetag: **12.06.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **28.08.1997 DE 19737564**
24.10.1997 DE 19747040

(71) Anmelder:
**Heidelberger Druckmaschinen
Aktiengesellschaft
69115 Heidelberg (DE)**

(72) Erfinder: **Stephan, Günter**
69168 Wiesloch (DE)

(74) Vertreter: **Fey, Hans-Jürgen**
Heidelberger Druckmaschinen AG
Patentabteilung
Kurfürsten-Anlage 52-60
69115 Heidelberg (DE)

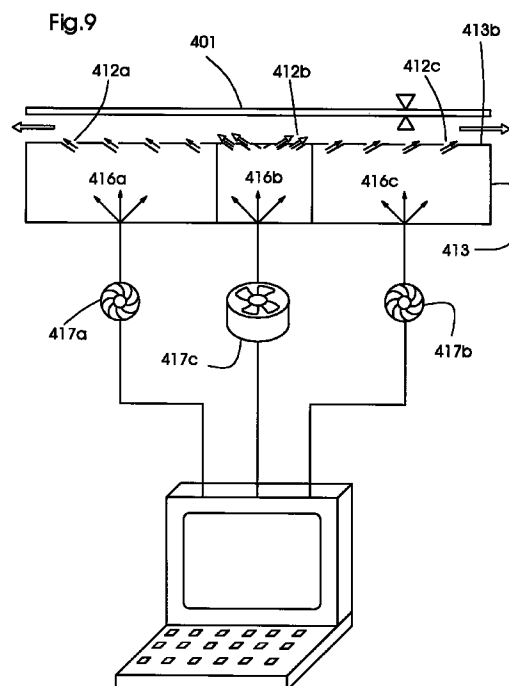
Bemerkungen:

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung (Seiten 9-10 und Figur 9) liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens vor der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(54) **Luftpolsterführung**

(57) Es handelt sich um eine Luftpolsterführung für bogen- oder bahnförmige Materialien, insbesondere für bedruckte Papierbögen in einer Druckmaschine, bei der sich das geführte bogen- oder bahnförmige Material auf einem Tragluftpolster über mindestens einem Leitkörper mit Düsenöffnungen abstützt, durch die Luft zwischen den Leitkörper und das geführte Material geblasen wird.

Der aus den Düsen austretende Luftvolumenstrom (Q) und/oder die Strömungsgeschwindigkeit (c) zwischen Leitkörper (3; 13; 113; 213; 313b; 413a,b,c; 513) und geführtem Material (4; 201; 301; 401; 501) sind unabhängig voneinander einstellbar derart, daß die Proportionalität zwischen beiden Größen aufgehoben ist.



EP 0 899 228 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Luftpolsterführung für bogen- oder bahnförmigen Materialien, insbesondere für bedruckte Papierbögen in einer Druckmaschine, bei der sich das geführte bogen- oder bahnförmige Material auf einem Tragluftpolster über mindestens einem Leitkörper mit Düsenöffnungen abstützt, durch die Luft zwischen den Leitkörpern und das geführte Material geblasen wird. Solche Luftpolsterführungen sind beispielsweise in der DE 44 27 448 A1 sowie der DE 42 42 730 A1 beschrieben. Sie werden in unterschiedlichster Form und Ausgestaltung unter anderem dazu benutzt, um die frisch bedruckten und noch feuchten Papierbögen im Ausleger von zum Beispiel Offsetdruckmaschinen berührungslos vom Druckwerk zum Auslagestapel oder in Bogenwendeeinrichtungen, an Bogenübergabetrommeln o. ä. den Bogen zwischen zwei Druckzylindern zu transportieren. Hierbei tritt das Problem auf, daß je nach Druckauftrag sehr unterschiedliche zum Teil beidseitig bedruckte Papiersorten sicher, d.h. ohne abzuschmieren, befördert werden müssen. Das läßt sich jedoch durch eine Luftpolsterführung mit fester Charakteristik, die durch die Anzahl und die Form der Düsen sowie die durch die Düsen geblasene Luftmenge bestimmt wird, nicht für alle Papiersorten gleichermaßen gut gewährleisten.

[0002] Generell würde man annehmen, die Gefahr des Abschmierens sei um so geringer, je größer die Schwebehöhe des Bogens über den Leitkörpern ist. Das ist jedoch nicht ganz zutreffend. Denn bei Luftpolsterführungen, die nach dem Prinzip des hydrodynamischen Paradoxons arbeiten, hängt die Stabilität der Führung von der Höhe des Luftpolsters ab. Dickere Luftpolster sind instabiler, d.h. dort sind die Rückstellkräfte, die vom Luftpolster auf den geführten Bogen bei Abstandsänderungen ausgeübt werden, sehr viel geringer als bei Schwebeführungen mit geringem Abstand zwischen Leitkörper und Bogen, bei denen durch eine hohe Strömungsgeschwindigkeit der aus den Düsen ausströmenden Luft der geführte Bogen stabil, d.h. mit hohen Rückstellkräften geführt wird. Letzteres ist insbesondere für dünne nachgiebige Papiere die optimalere Lösung, während bei starren dicken Papierqualitäten ein zu geringer Abstand zu den Leitblechen problematisch ist.

[0003] Optimal wäre es deshalb, wenn man eine Luftpolsterführung realisieren könnte, die einen hohen Abstand des geführten Bogens und gleichzeitig eine hohe Stabilität infolge einer hohen Strömungsgeschwindigkeit der Blasluft unter dem Bogen in sich vereinigt. Es ist jedoch ein Trugschluß, anzunehmen, man könne dies bei einem Luftpolster, das nach dem aerodynamischen Paradoxon arbeitet, erreichen, indem man einfach „das Gebläse aufdreht“ und somit den Bogen aufgrund der größeren in das Luftpolster eingeblasene Luftmenge anhebt. Dies wird anhand des Diagramms nach Figur 4 deutlich. Dort sind die Betriebszustände einer Luftpolsterführung nach dem Stand der Technik dargestellt, und zwar zeigen dort der Graph c die Abhängigkeit der Geschwindigkeit c des durch die Düsen in das Luftpolster eingeblasenen Stroms und der Graph Q den Volumenstrom Q, jeweils abhängig vom Vordruck P_v der die Düsen speisenden Kammer des Leitkörpers. Bei einer Druckerhöhung ändern sich beide Größen ungefähr im gleichen Ausmaße, d.h. etwa proportional zueinander. Hingegen bleibt die Schwebehöhe, wie der Graph h zeigt, bei Druckänderungen über einen relativ großen Bereich zwischen 0,5 Millibar und 10 Millibar nahezu gleich.

[0004] Da es somit nicht möglich war, die Schwebehöhe der geführten Bögen an die unterschiedlichen Papierqualitäten durch Steuerung des für die Luftpolsterführung verwendeten Druckluftherzeugers einzustellen, wurden in der Vergangenheit andere Wege beschritten. So lehrt beispielsweise die eingangs genannte DE 42 42 730 A1, die Luftöffnungen bzw. Düsen in austauschbaren Wechselkassetten anzuordnen, d.h. die Anpassung der Luftpolsterführung an das geführte Material wird durch einen Kassettenaustausch bewerkstelligt. Das ist jedoch während des Betriebs der Druckmaschine nicht möglich und läßt sich auch nicht automatisieren.

[0005] In der DE 42 09 067 A1 ist eine Bogenleiteinrichtung beschrieben, bei der die Schwebehöhe des Bogens im Mittelabschnitt des Bogens durch zusätzliche Blasdüsen vergrößert wird, deren Blasstrahlen senkrecht auf die Bogenoberfläche auftreffen und diesen durch die Impulswirkung dieser zusätzlichen Luftstrahlen in der Mitte anheben. Hierdurch läßt sich zwar möglicherweise die Schwebehöhe über die Breite des Bogens homogenisieren, eine Änderung der Schwebehöhe insgesamt ergibt sich jedoch nicht.

[0006] Eine Kombination von Düsen, die nach dem hydrodynamischen Paradoxon arbeiten, und senkrecht auf die geführte Papierbahn gerichteten Blasdüsen zwecks Erhöhung und Vergleichmäßigung der Schwebehöhe der geführten Bahn ist auch schon in der DE 17 74 126 für bahnförmige Werkstoffe beschrieben. Aber auch dort ist keine Möglichkeit gegeben, die Schwebehöhe beim Betrieb der Vorrichtung an verschiedene Materialqualitäten anzupassen.

[0007] Aus der DE 20 20 430 ist es bekannt, für die Führung von bahnförmigen Werkstoffen verwendete, nach Art eines Tragflügels geformte Leitkörper von Luftpolsterführungen mechanisch so umzuschalten, daß sich mindestens zwei stabile Zonen für den Abstand zwischen geführter Bahn und Leitkörper ergeben. Dabei wird die Charakteristik des Leitkörpers so geändert, daß er einmal als Luftkissendüse und zum anderen Tragflächendüse, d.h. nach dem hydrodynamischen Paradoxon arbeitet. Hierbei wird jedoch der höhere Abstand des geführten Teils, der sich aus der Luftkissencharakteristik ergibt, durch die geringere Stabilität des durch diesen Düsentyp erzeugten Luftpolsters erkauft.

[0008] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Luftpolsterführung zu schaffen, die sich auch während des Betriebs an die unterschiedlichen Eigenschaften der geführten Materialien anpassen läßt und zwar so, daß sich insbesondere auch die Schwebehöhe des geführten Bogens bzw. der geführten Bahn über einfache Automatisierungsvor-

gänge ändern läßt, sowie ein geeignetes Verfahren hierfür anzugeben. Diese Aufgabe wird mit den in den Ansprüchen 1 bzw. 18 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0009] Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß sich die Schwebehöhe bei einer nach dem hydrodynamischen Paradoxon arbeitenden Luftpolsterführung nur dann wesentlich ändern läßt, wenn die Proportionalität zwischen dem aus den Düsen austretenden Luftvolumenstrom und der Strömungsgeschwindigkeit der Luft zwischen dem Leitkörper und dem geführten Material aufgehoben wird. Um das zu erreichen, werden der Luftvolumenstrom und/oder die Strömungsgeschwindigkeit der Luft unabhängig voneinander eingestellt und damit der Quotient zwischen den beiden genannten Größen verändert.

[0010] Über diese Maßnahme läßt sich nicht nur die Schwebehöhe des geführten Teils unter Beibehaltung der durch das Prinzip des hydrodynamischen Paradoxons gegebenen Stabilität auf unterschiedliche Werte einstellen. Durch gezielte rückwirkungsfreie Veränderungen von Luftvolumenstrom und kinetischer Energie des Tragluftpolsters läßt sich die Luftpolsterführung auch optimal an sonstige während des Betriebs an Druckmaschinen auftretende Einflüsse anpassen, wie Sujet und Grad der Feuchteaufnahme des Druckbogens, auftretende Fliehkräfte, Turbulenzen, Luftstrahlen von Heißlufttrocknern etc. Der Drucker erhält somit eine weitere Möglichkeit, auf den geführten Bogen Einfluß zu nehmen und das Ergebnis des Druckprozesses zu optimieren.

[0011] Eine Möglichkeit der unabhängigen Einstellung der beiden genannten Größen voneinander besteht darin, die Anzahl der vom geführten Material bedeckten wirksamen Düsenöffnungen zu verändern. Das geschieht beispielsweise dadurch, daß der Leitkörper mehrere Gruppen von Düsen enthält, wobei jede Gruppe von Düsen separat an- bzw. abschaltbar mit Blasluft versorgt ist. So können die Gruppen von Düsen über Schaltventile an einen gemeinsamen Blasluftgenerator angeschlossen sein, oder jede Gruppe von Düsen an einen separaten Blasluftgenerator angeschlossen sein. Durch maschinengesteuertes Betätigen der Schaltventile oder Aktivieren der Blasluftgeneratoren läßt sich dann der Luftvolumenstrom unter dem geführten Material bzw. Bogen insgesamt vergrößern, ohne daß sich die Strömungsgeschwindigkeit der Luft dabei ändert. Auf diese Weise vergrößert sich die Schwebehöhe des geführten Materials bzw. Bogens ohne Einbuße an Stabilität der Führung.

[0012] In analoger Weise ist es möglich, die wirksamen Querschnitte einzelner Düsenöffnungen, einzelner Gruppen von Düsenöffnung oder aller Düsenöffnungen zu verändern, beispielsweise durch elektrisch betätigbare Klappen, Schieber oder dergleichen. So können die Düsen klappenförmige, nachgiebige Zungen besitzen, die zum Beispiel über elektrisch betätigbare Stellgetriebe verformt werden. Bei geeigneter Ausbildung der Zungen als Bimetallstreifen läßt sich der Querschnitt der Düsenöffnung auch über die Temperatur des Luftstroms verändern, oder bei leichter Nachgiebigkeit der Zungen unter dem Einfluß der sich an den Düsen ausbildenden Druckdifferenz.

[0013] Gemäß einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel der Erfindung besitzen die Leitkörper mindestens zwei Gruppen von Düsen und die Gruppen unterschiedliche Verbraucherkennlinien, d.h. unterschiedliche Abhängigkeiten des von den Düsenöffnungen durchgelassenen Volumenstroms von dem an den Düsenöffnungen anliegenden Versorgungsdruck p_v . Wenn sich die Verbraucherkennlinien um beispielsweise um mindestens einen Faktor 2 unterscheiden, läßt sich durch Steuerung des Verhältnisses der Drücke p_{v1} , p_{v2} beider Düsengruppen der Quotient des insgesamt in das Luftpolster eingeblasenen Volumenstroms Q mit der effektiv sich unter dem geführten Material ausbildenden Strömungsgeschwindigkeit c der Tragluft und damit auch die Schwebehöhe h beeinflussen. Der Grad der Beeinflussung ist natürlich um so größer, je unterschiedlicher die Verbraucherkennlinien beider Gruppen von Düsen sind, so daß es dann auch zweckmäßig wird, die Gruppen von Düsen durch unterschiedliche Blasluftgeneratoren wie zum Beispiel Gasgebläse, Ejektoren oder Axialventilatoren zu betreiben, die von Haus aus unterschiedliche hohe Vor- drücke und Volumenströme zur Verfügung stellen.

[0014] Die Ausführungsform der Erfindung läßt sich besonders gut automatisieren, da für eine Steuerung der Schwebehöhe beispielsweise nur die Drehzahlen der Blasluftgeneratoren, die die beiden Gruppen von Düsen versorgen, unabhängig voneinander gesteuert zu werden brauchen.

[0015] Im Sinne einer möglichst einfachen Automatisierung ist es auch zweckmäßig, eine elektrische Steuereinrichtung vorzusehen, der die Schwebehöhe des von dem Luftpolster geführten Materials oder das Maß der Veränderung der Schwebehöhe als Sollwert eingebbar ist und die danach Stellgrößen für die Veränderung des aus den Düsenöffnungen ausströmenden Luftvolumens und/oder der Strömungsgeschwindigkeit zwischen dem Leitkörper und dem geführten Material ermittelt. Hierbei kann das Ermitteln der Stellgrößen anhand von vorher eingespeicherten ein- oder zweidimensionalen Kennlinienfeldern erfolgen.

[0016] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren 1 bis 12b der beigefügten Zeichnungen. Hierbei sind:

Figur 1 eine vereinfachte Prinzipskizze, die den Ausleger einer Bogendruckmaschine in einem Vertikalschnitt zeigt;

Figur 2 eine im Vergleich zu Figur 1 vergrößerte Darstellung der Bogenführung aus Figur 1 im Bereich des Greifers 2d;

- Figur 3 ein Diagramm, in dem typische Kennlinien eines Lufterzeugers (Gebläse) und eines Verbrauchers dargestellt sind:
- Figur 4 ein Diagramm, in dem für eine typische Luftpolsterführung die Abhängigkeit der Störungsgeschwindigkeit c , des Volumenstroms Q und der Schwebehöhe h des geführten Bogens vom Vordruck p_v an den Blasdüsen dargestellt ist:
- Figur 5 eine Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- Figur 6 eine Prinzipskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- Figuren 7a und 7b Prinzipskizzen eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung, wobei Figur 7a einen Teil der Figur 7b in vergrößerter Darstellung zeigt,
- Figuren 8a und 8b Skizzen von im Vergleich zu Figur 7a und 7b alternativen Ausführungsformen für die Änderung des Querschnitts der Düsen des dritten Ausführungsbeispiels;
- Figur 9 die Prinzipskizze eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung
- Figur 10 ein Diagramm, in dem zwei unterschiedliche Paare von Erzeuger- bzw. Verbraucherkennlinien der Luftpolsterführung nach Figur 9 dargestellt sind.
- Figur 11 ein Diagramm, das die Schwebehöhe h des von der Luftpolsterführung nach Figur 9 geführten Bogens in zweidimensionaler Darstellung abhängig von den Vordrücken p_{v1} und p_{v2} in den Kammern 116a/c bzw. 116b zeigt,
- Figur 12a eine vereinfachte Prinzipskizze, die eine Luftpolsterführung gemäß der Erfindung im Bereich einer Bogenumföhrtrommel zwischen zwei Druckzylindern einer Bogendruckmaschine zeigt,
- Figur 12b die Aufsicht auf das Bogenleitblech 513b in Figur 12a.

[0017] In Figur 1 ist schematisch der Ausleger 1 einer Bogendruckmaschine dargestellt. Dort werden die an Greiferbrücken 2 an der Vorderseite ergriffenen Papierbögen 4 von dem in der Figur nicht dargestellten, letzten Druckwerk über einen sogenannten Leitkörper 3 in Richtung auf den Auslagestapel 6 befördert. Wie aus der vergrößerten Skizze nach Figur 2 ersichtlich, ist der Leitkörper 3 als Kasten ausgebildet, in dessen hohles Inneres ein Gebläse 7 über eine Anschlußleitung 8 Luft einbläst und so einen Überdruck p_v erzeugt, der über eine Vielzahl von Düsenöffnungen 5 entweicht und so ein Luftpolster zwischen dem Luftkörper 3 bzw. seiner Oberfläche und der Unterseite des darüber geföhrten Bogens 4 aufbaut.

[0018] Im Diagramm nach Figur 3 sind beispielhaft die Kennlinien der beiden wesentlichen Komponenten einer Luftpolsterführung dargestellt, nämlich der eines typischen Lufterzeugers, d.h. eines Gebläses (Graph B) und die eines Verbrauchers, d.h. einer Anzahl von Düsenöffnungen in einem Leitkörper (Graph A). Aufgetragen ist jeweils der vom Erzeuger generierte Volumenstrom Q bzw. der Volumenstrom durch den Verbraucher in Abhängigkeit vom Druck p_v , d.h. dem Druck an dem als Drossel wirkenden Verbraucher bzw. die vom Erzeuger aufgrund der Drosselwirkung beim Verbraucher sich ergebende Druckdifferenz. Die Kennlinie des Verbrauchers mit den als Drossel wirkenden Düsenöffnungen (Graph A) beginnt im Nullpunkt und steigt dann an. Die Kennlinie des Lufterzeugers (Graph B) hingegen erreicht ihren maximalen Druck, wenn der Volumenstrom aufgrund der Drosselwirkung des Verbrauchers gegen Null geht, d.h. in dem Falle, daß alle Düsenöffnungen geschlossen sind. Der Betriebspunkt p_1 der Luftpolsterführung ergibt sich als Schnittpunkt zwischen den Kennlinien B des Lufterzeugers A und des Luftverbrauchers.

[0019] Wird die Leistung des Erzeugers verändert, beispielsweise durch Drehzahländerung des Gebläses, durch eine Drosselung in der Zuleitung zum Verbraucher oder durch einen Bypass zur Verbraucherleitung, ändert sich zwar die Erzeugerkennlinie wie das durch die gestrichelten Graphen B' und B" in Figur 1 dargestellt ist. Als Betriebspunkte für die Luftpolsterführung ergeben sich jedoch die Schnittpunkte mit der unveränderten Verbraucherkennlinie. Entsprechend läßt sich durch eine Leistungsänderung des Gebläses wie durch den fett gezeichneten Teil des Graphen A in der Figur 1 dargestellt der Volumenstrom etwa proportional zu dem an den Düsen anliegenden Druck verändern. Da die Strömungsgeschwindigkeit ihrerseits vom Druck abhängt, wie das in der Graphik nach Figur 4 darstellt ist, läßt sie sich folglich durch ein Ändern der Leistung des Gebläses bei fester Verbrauchercharakteristik die Strömungsgeschwindigkeit nicht unabhängig vom Volumenstrom einstellen. Das hat die schon eingangs genannten Konsequenzen für die Schwebehöhe des über die Luftpolsterführung geföhrten Bogens. Der an den Düsenöffnungen des Leitkörpers anste-

hende Überdruck wird unter der Annahme verlustfreier Strömung gemäß der nachstehenden Gleichung in Strömungsgeschwindigkeit umgesetzt:

$$c = \sqrt{2 \times \left(\frac{\kappa}{\kappa-1}\right) \times \left(\frac{p_v}{p_0}\right) \times \left(1 - \frac{p_0}{p_v} \left(\frac{\kappa-1}{\kappa}\right)\right) \times c_0^2} \quad (1)$$

[0020] Die beschleunigte Luft breitet sich durch die Formgebung der Düsen gleichmäßig zwischen dem die Düsenöffnungen enthaltenen Leitkörper und dem darüber geführten Bogen aus. Gemäß der Kontinuitätsgleichung

$$Q_1 = Q_2 \quad (2)$$

wonach der Volumenstrom durch die Düsenöffnungen aufgrund des daran anliegenden Kammerdruckes p_v dem Volumenstrom Q_2 unter dem Bogen entspricht, ergibt sich für einen Querschnitt senkrecht durch die Strömung unter dem Bogen

$$Q = b \times h \times c \quad (3)$$

und somit für die Schwebehöhe

$$h = \frac{Q}{b \times c} \quad (4)$$

[0021] Bei den angegebenen Zusammenhängen gelten folgende

Bezeichnungen:

[0022]

- κ = Isentropenexponent
- p_v = Dichte der Luft unter dem Vordruck der Kammer
- p_0 = Druck der Luftströmung unter dem Bogen (entspricht Atmosphärendruck)
- p_v = Vordruck in der Kammer
- c_0 = Luftgeschwindigkeit im Kasten
- Q = Volumenstrom
- b = Breite des Querschnittes
- h = Schwebehöhe
- c = Strömungsgeschwindigkeit

[0023] Aus dieser Abhängigkeit läßt sich erkennen, daß die Schwebehöhe einer Luftpolsterführung nur dann verändert werden kann, wenn der Quotient aus Volumenstrom und Strömungsgeschwindigkeit verändert wird, d.h. wenn zwar der Volumenstrom, nicht aber gleichzeitig auch die Strömungsgeschwindigkeit erhöht wird oder wenn der Volumenstrom deutlich überproportional zur Strömungsgeschwindigkeit erhöht wird.

[0024] Da die Strömungsgeschwindigkeit wie schon gesagt, vom Druck p_v an den Düsenöffnungen abhängt, sollte sich dieser also, um das Ziel der Erfindung zu erreichen, unabhängig, bzw. nicht proportional zum Volumenstrom durch die Düsen ändern lassen. Gemäß dem in Figur 5 dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird dies dadurch ermöglicht, daß die vom geführten Material bedeckte Anzahl der wirksamen Düsenöffnungen veränderbar ist. Hierzu besteht die Kammer 13 unter dem Leitblech 13b, die zusammen den Leitkörper einer Luftpolsterführung bilden, aus mehreren einzelnen Kammern 16 a, b... in deren Luftzuführungsleitungen an der Unterseite sich jeweils ein elektrisch ansteuerbares Ventil befindet. Die in die Bodenplatte 13a des Leitkörpers mündenden Luftzuführungsleitungen sind mit 14 a, b und c beispielhaft bezeichnet und die zugehörigen Ventilen mit 15 a, b und c. Den entsprechenden Kammern 16 a, b und c des Leitkörpers sind im Leitblech jeweils Gruppen von Düsen zugeordnet, von denen der besseren Übersichtlichkeit halber jede Gruppe nur als Einzeldüse 12 a bis c symbolisch dargestellt ist. Versorgt werden die Kammern 16a,

16c gemeinsam von einem drehzahlregelbaren Gebläse 17 aus. Das Gebläse 17 ist wie die Ventile 15a, 15b, 15c... an eine elektronische Steuereinheit 19 angeschlossen, der vom zentralen Steuerrechner der Druckmaschine, zu der der in Figur 1 dargestellte Ausleger gehört, die Schwebehöhe h_{Soll} des berührungslos geführten Bogens als Sollwert zugeleitet wird.

5 **[0025]** Dabei arbeitet die Steuerung folgendermaßen:

Soll die Schwebehöhe zu kleineren Werten hin verändert werden, so schaltet die Steuerung 19 einige der Ventile 15 ab und verringert damit die Zahl der wirksamen Düsenöffnungen. Auf diese Weise verringert sich der Volumenstrom des in das Luftpolster eingeblasenen Gases, während gleichzeitig aufgrund der höheren Drosselwirkung der Düsenanordnung der vom Gebläse 17 erzeugte Druck ansteigt und somit auch die Strömungsgeschwindigkeit des aus den
10 Düsen 12 austretenden Luftstroms. Auf diese Weise ergibt sich für die Luftpolsterführung im Diagramm nach Figur 3 ein Arbeitspunkt an der mit P2 bezeichneten Stelle. Diese entspricht dem Schnittpunkt einer flacheren Verbraucherkennlinie A' mit der unveränderten Erzeugerkennlinie B. Soll nun gleichzeitig die Strömungsgeschwindigkeit unter dem Bogen an den vorherigen Wert angeglichen werden so wird zusätzlich noch das Gebläse auf eine geringere Drehzahl geregelt, so daß sich die Erzeugerkennlinie B" und damit ein Arbeitspunkt an der mit P3 bezeichneten Stelle im Dia-
15 gramm nach Figur 2 ergibt.

[0026] Es ist klar, daß die Einteilung des Leitkörpers in einzelne Kammern 6 so erfolgen muß, daß sich keine störenden Inhomogenitäten in der Schwebehöhe des Bogens ergeben.

[0027] Während im vorhergehenden Ausführungsbeispiel einzelne Gruppen von Düsen und damit jeweils eine diskrete Anzahl von Düsenöffnungen im Düsenleitblech mit Blasluft versorgt und damit „wirksam“ geschaltet werden, ist
20 im nächsten Ausführungsbeispiel nach Figur 6 die Veränderung der Zahl der wirksamen Düsenöffnungen durch ein stufenloses arbeitendes Getriebe realisiert. Gleiche Teile sind hier mit einer um 100 höheren Bezugsziffer versehen und werden nicht nochmals erläutert. Hier ist die Kammer 113 des Leitkörpers durch zwei eingesetzte Stege 115a,b in drei Abschnitte 116a,b,c unterteilt, von denen der Mittelabschnitt 116c über eine Schlauchleitung 118 mit einem Gebläse 117 verbunden sind. Die beiden Stege 115a und 115b lassen sich gegenläufig zueinander mit Hilfe von Gewindespindeln 114a und 114b mit Hilfe eines an die Steuerung 119 angeschlossenen Motors 120 und Zahnriemens 110 verstellen.
25 Auf diese Weise läßt sich die Größe der beiden Kammern 116a und 116b verändern, die nicht an das Gebläse 117 angeschlossen sind und somit die ihnen zugeordneten darüber befindlichen Düsen inaktivieren.

[0028] Um den Volumenstrom und damit die Schwebehöhe des über dem Leitblech 113b geförderten Bogens zu erhöhen, werden also die Kammern 116a und 116c durch Verschieben der Stege 115a und 115b verkleinert und umge-
30 kehrt.

[0029] Im nächsten Ausführungsbeispiel nach den Figuren 7a und b läßt sich der Volumenstrom der Luftpolsterführung unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit ändern, indem die Querschnitte einzelner Düsenöffnungen bzw. Gruppen von Düsenöffnungen oder aller Düsenöffnungen veränderbar sind. Hierzu sind im Leitblech 213b, über dem der Bogen 201 schwebt, in an sich bekannter Art und Weise Düsenöffnungen durch einen Präge/Stanzzvorgang einge-
35 bracht, so daß sich in den Leitkörper nach innen hineinragende Zungen 212a,b,c.... ergeben, über die der Luftstrom des Überdrucks in der Kammer 213 des Leitkörpers unter den geführten Bogen 201 gelangen kann. An die Unterseite der Zungen 212a,b,c.... aus zum Beispiel Stahlblech sind mit Metallstreifen 214a eines anderen Materials wie zum Beispiel Aluminium aufgeklebt, so daß sich im Bereich der beweglichen Zungen 212 der Düsen eine Bimetalleigenschaft ergibt. Gleichzeitig ist im Zuführungsrohr 218, das die Kammer 213 mit dem regelbaren Gebläse 217 verbindet, die
40 Heizspirale 216 einer steuerbaren Heizung 215 eingebracht. Durch Änderung der Heizleistung läßt sich somit die Temperatur der der Kammer 213 zugeführten Luft ändern, wodurch sich die Zungen 212/214 der Düsen im Bogenleitblech 213b verformen und den Querschnitt der Düsenöffnungen entsprechend verkleinern oder vergrößern. Von der Steuerung 219 werden die Heizleistung und die Drehzahl des Gebläses 217 so eingestellt, daß sich die Strömungsgeschwindigkeit c des aus den Düsen austretenden Luftstroms und der Luftvolumenstrom Q unabhängig voneinander den für
45 den Bogen 201 optimalen Gegebenheiten anpassen lassen.

[0030] Ein gesteuertes Verbiegen der nachgiebigen Zungen der Düsenöffnungen läßt sich jedoch auch auf andere Weise bewerkstelligen, wie das in Figur 8a skizziert ist. Dort sind den Zungen 312 der Düsen im Leitblech 313b des Leitkörpers um eine Welle 315 drehende Exzentrerscheiben 316 zugeordnet, mit deren Hilfe die flexiblen Zungen 312 teilweise geschlossen werden können. Die Welle 315 ist beispielsweise an einen hier nicht dargestellten Schrittmotor
50 angeschlossen, der seinerseits wieder mit einer Steuerung verbunden ist, über die sich die Winkelstellung der Welle 315 und damit die Querschnittsfläche der Düsen und ggf. die Leistung des Druckluftversorgers einstellen lassen.

[0031] Natürlich läßt sich die Querschnittsfläche der Düsenöffnungen auch durch elektrisch betätigbare Schieber 318, Klappen, oder dergleichen verändern, wie das in Figur 8b dargestellt ist, ohne daß die Düsenzungen selbst federnd ausgebildet und verformt werden müssen.

55 **[0032]** In Figur 9 ist eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Hier ist der Leitkörper 413, über den der Bogen 401 geführt wird, in drei parallele sich nebeneinander über die in Laufrichtung des Bogens erstreckende Kammern 416a, 416b und 416c eingeteilt, die jeweils an einen eigenen Luftversorger angeschlossen sind.

Die Kammern 416a und 416c sind jeweils an ein Gasgebläse 417a bzw. 417c angeschlossen, mit dem sich relativ hohe Vordrucke p_0 bei kleinen Volumenströmen erzielen lassen. Die mittlere Kammer 416b wird von einem Axiallüfter 417b versorgt, der bereits bei geringen Druckdifferenzen hohe Luftvolumenströme liefert. Die Begrenzungen der drei Kammern müssen nicht geradlinig wie in der Figur 10 gezeichnet verlaufen, sondern können auch gezackt verlaufen, um die wie noch beschrieben unterschiedlichen aus den Düsen 417 des Leitblechs 413b austretenden Luftströme unter dem geführten Bogen 401 möglichst gut zu vermischen.

[0033] Die Kammern 416a und 416c einerseits und die Kammer 416b andererseits weisen nun stark unterschiedliche Verbraucherkennlinien auf. Entsprechend treten durch die zugeordneten Düsen 412a und 412c einerseits und 412b andererseits sehr unterschiedliche große Volumenströme mit stark voneinander abweichenden Strömungsgeschwindigkeiten aus. Durch Mischung der Tragluftströmungen stellt sich anhand der Mischungsregel ein Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit für die addierten Volumenströme ein. Durch gezielte Veränderungen der Parameter in den Kammern 416a und 416c bzw. 416b andererseits ist es nun möglich die effektive auf den Bogen wirkende Tragluftströmung in bezug auf die Strömungsgeschwindigkeit c und dem Volumenstrom Q unabhängig voneinander einzustellen. Dies sei nachfolgend anhand des Diagramms nach Figur 10 verdeutlicht:

[0034] Die Verbraucherkennlinie A1 der mittleren Kammer 416b verläuft relativ steil. Bei niedrigem Druck wird bereits ein hoher Volumenstrom erzielt. Folglich wird ein großes Luftvolumen mit niedriger Strömungsgeschwindigkeit unter den Bogen 401 eingespült. Dies wird erreicht durch eine große Anzahl von Düsen im Bogenleitblech 413a, also durch eine hohen Düsendichte, oder durch Düsen mit entsprechend großen Öffnungsquerschnitten.

[0035] Die Verbraucherkennlinien A2 der beiden äußeren Kammern 416a und 416c verlaufen hingegen relativ flach. Um ausreichend Luft durch die Düsen zu pressen, wird eine hohe Druckdifferenz angelegt. Da der Vordruck in den Kammern 416a und 416c somit hoch ist, strömt die Luft mit hoher Geschwindigkeit aus den diesen Kammern zugeordneten Düsen aus. Erreicht wird das durch eine niedrige Düsendichte oder durch Düsen mit sehr engen Drosselquerschnitten. Im Diagramm nach Figur 10 sind die Kennlinien der Kammern 416 und der Gebläse 417 gemeinsam eingezeichnet. Für die beiden unterschiedlichen Kammertypen ergeben sich dann in Verbindung mit den beiden unterschiedlichen Gebläsen bzw. Lüftertypen die mit P1 und P2 bezeichneten Arbeitspunkte.

[0036] Die aus der mittleren Kammer 416b ausströmende Luft erhält durch die Anordnung der Düsen eine zu den beiden äußeren Kammern 416a und c hin gerichtete Strömungsrichtung. Das große Luftvolumen dieser Kammer strömt mit niedriger Geschwindigkeit zwischen das Leitblech 413a und den Bogen 401. Diese mittlere Kammer 416b ist relativ schmal.

[0037] Über den beiden äußeren Kammern 416a und 416c vermischt sich die aus der ersten Kammer 416b austretende Luft mit der aus den Kammern 416a und 416c. Hierbei addieren sich die Volumenströme und die Geschwindigkeiten mischen sich gewichtet nach den Anteilen der Volumenströme. Werden die Verbraucherkennlinien der Kammern sehr unterschiedlich gewählt, so ergibt sich ein breites Spektrum der durch Vermischung beider Luftströme erzielbaren Arbeitspunkte. Auf diese Weise läßt sich nun einfach allein durch entsprechende Steuerung der Drehzahl der Gasgebläse 417a und c bzw. des Axiallüfters 417b, der in das Luftpolster eingeblasene Volumenstrom und die sich nach der Mischungsregel einstellende mittlere Strömungsgeschwindigkeit $\bar{c}$ unabhängig von einander einstellen und somit auch die Schwebehöhe des Bogens 401 über dem Leitblech 413b in weiten Grenzen nach Bedarf auswählen. Das Ausmaß, in dem sich die Schwebehöhe ändern läßt, hängt natürlich vom Verhältnis der Flächen der Düsenöffnungen der Kammern 416a und c einerseits und 416b andererseits ab. Es sollte etwa einen Faktor 2 bis 20 betragen.

[0038] Die sich aufgrund dieser Formel einstellende Schwebehöhe des Bogens ist in dem dreidimensionalen Diagramm nach Figur 11 dargestellt. Dort sind in den beiden Ordinaten die Drücke in den Kammern 416a,c bzw. 416b aufgetragen und in der Koordinate die Schwebehöhe. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Lufterzeuger und Luftverbraucher die in dem Diagramm nach Figur 10 dargestellten Kennlinien besitzen. Aus dem Diagramm ist ersichtlich, daß sich die Schwebehöhe des Bogens etwa um den Faktor 3 ändern läßt durch Variation der Drücke in den Kammern 416, indem die entsprechenden Gebläse 417 von der Steuerung 419 zum Beispiel unter Vorgabe der gewünschten Schwebehöhe verändert werden. Hierbei kann die Anpassung nach folgenden Parametern erfolgen:

a) der Druck in der mittleren Kammer 416b wird verändert. Hierdurch ändert sich der Volumenstrom der gesamten Luftpolsterführung sehr stark, während die mittlere Geschwindigkeit des Luftstroms nahezu unverändert bleibt. Die Schwebehöhe ändert sich hierbei etwa proportional der Änderung des Volumenstroms, der von der mittleren Kammer 416b ausgeht.

b) Stabilität: Beobachtungen zeigen, daß der Widerstand, den die Luftpolsterführung dem in das Luftpolster eintauchenden Bogen und somit einer Annäherung an das Bogenleitblech 413b entgegenbringt, vor allem von der Strömungsgeschwindigkeit abhängt. Je größer die Strömungsgeschwindigkeit um so stärker ist das Beharrungsvermögen der Luftströmung und somit auch die Reaktionskraft gegen Störungen des Luftpolsters. Um die Stabilität der Führung zu steigern, kann daher der Druck der äußeren Kammern 416a und 416c gesteigert werden.

[0039] Dünne Papiere reagieren durch hochfrequente Schwingungen auf zu hohe Strömungsgeschwindigkeiten. Hier kann der Druck in beiden äußeren Kammern zurückgenommen werden, um eine „sanftere“ Führung auf etwa gleichem Schwebeniveau zu bewirken.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Figur 12a und b dargestellt. Dort wird der zum Beispiel im Widerdruck auf der Rückseite zu bedruckende Bogen 501 von einer Übergabetrommel 502 zwischen zwei Druckzylindern 503 und 504 befördert. Um einen sicheren und abschmierfreien Bogenlauf zwischen den Druckwerken zu gewährleisten, ist unterhalb der Übergabetrommel in einem geringen Abstand zu dem von den Greifern der Trommel 502 beschriebenen Kreisbogen eine im Schnitt halbkreisförmige Luftpolsterführung angeordnet. Die Aufsicht auf das ebenfalls halbkreisförmige Bogenleitblech dieser Luftpolsterführung zeigt Figur 12b. Dort ist durch die gestrichelten Linien angedeutet, daß die Kammer 513 unterhalb der Düsenöffnungen in verschiedene Bereiche 513a bis 513h unterteilt ist, wobei jeder Teilkammer ein Luftherzeuger 517a-h zugeordnet ist. Bei den Luftherzeugern 513a, b und 513 g, h handelt es sich um Gasgebläse, die wenige an den äußereren Rändern der Bogenführung angeordneten Düsen mit einem relativ hohen Vordruck versorgen. Hingegen werden die vier mittleren in Bogenlaufrichtung hintereinander angeordneten Bereiche 513 c,d,e und f bzw. die ihnen zugeordneten, auf dem Bogenleitblech dicht an dicht angeordneten Düsen von vier Axiallüftern 417c-d versorgt, die einen hohen Volumenstrom erzeugen. Die Einstellung der Schwebenhöhe h des Bogens 501 über dem Bogenleitblech erfolgt ähnlich wie im Ausführungsbeispiel nach Figur 9 beschrieben.

Patentansprüche

1. Luftpolsterführung für bogen- oder bahnförmige Materialien, insbesondere für bedruckte Papierbögen in einer Druckmaschine, bei der sich das geführte bogen- oder bahnförmige Material auf einem Tragluftpolster über mindestens einem Leitkörper mit Düsenöffnungen abstützt, durch die Luft zwischen den Leitkörper und das geführte Material geblasen wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß der aus den Düsen austretende Luftvolumenstrom (Q) und/oder die Strömungsgeschwindigkeit (c) zwischen Leitkörper (3; 13; 113; 213; 313b; 413a,b,c; 513) und geführtem Material (4; 201; 301; 401; 501) unabhängig voneinander einstellbar sind derart, daß die Proportionalität zwischen beiden Größen aufgehoben ist.
2. Luftpolsterführung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die vom geführten Material bedeckte Anzahl der wirksamen Düsenöffnungen (5; 12a-c; 112a; 212a-c; 312; 412a-c; 312; 412a-c; 512) veränderbar ist.
3. Luftpolsterführung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Leitkörper mehrere Gruppen (12a-c) von Düsen enthält, wobei jede Gruppe von Düsen separat an- bzw. abschaltbar mit Blasluft versorgt ist.
4. Luftpolsterführung nach Anspruch 3,
wobei die Gruppen (12a-c) von Düsen über Schaltventile (15a-c) an einen gemeinsamen Blasluftgenerator (17) angeschlossen sind.
5. Luftpolsterführung nach Anspruch 3,
wobei jede Gruppe von Düsen an einen separaten Blasluftgenerator angeschlossen ist.
6. Luftpolsterführung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die wirksamen Querschnitte einzelner Düsenöffnungen, einzelner Gruppen von Düsenöffnungen oder aller Düsenöffnungen (212a-c; 312;322) veränderbar sind.
7. Luftpolsterführung nach Anspruch 6,
wobei die Querschnitte der Düsenöffnungen durch elektrisch betätigbare Klappen, Schieber (318a) oder dergleichen veränderbar sind.
8. Luftpolsterführung nach Anspruch 6,
wobei die Düsen klappenförmige nachgiebige Zungen (312) besitzen, die gesteuert verformbar sind.
9. Luftpolsterführung nach Anspruch 8,

gekennzeichnet durch

elektrisch betätigbare Stellgetriebe (315; 316) zur Verformung der Zungen.

- 5 10. Luftpolsterführung nach Anspruch 8,
wobei die Zungen (212/214) als Bimetallstreifen ausgebildet sind und eine Heizeinrichtung (215/216) für den Luftstrom vorgesehen ist.
- 10 11. Luftpolsterführung nach Anspruch 8,
wobei sich die Zungen unter dem Einfluß der sich an den Düsen ausbildenden Druckdifferenz ($p_v - p_0$) verformen.
- 15 12. Luftpolsterführung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Leitkörper mindestens zwei Gruppen (412a/c; 412b) von Düsen enthält und die Gruppen unterschiedliche Verbraucherkennlinien (A1, A2) besitzen, und daß die Drücke (P_{v1} , P_{v2}) zur Versorgung der Gruppen von Düsen
unabhängig voneinander regelbar sind.
- 20 13. Luftpolsterführung nach Anspruch 12,
wobei die Summe der Drosselflächen der Düsen beider Gruppen (412a/c, 412b) sich mindestens um einen Faktor 2 unterscheidet.
- 25 14. Luftpolsterführung nach Anspruch 12,
wobei die einzelnen Gruppen (412a/c, 412b) von Düsen an unterschiedliche Blasluftgeneratoren (Gebläse 417a/c, Ejektor, Axialventilator (417b)) angeschlossen sind.
- 30 15. Luftpolsterführung nach einem der Ansprüche 1-14,
gekennzeichnet durch
eine elektrische Steuereinrichtung (19; 119; 219; 419), der die Schwebehöhe (h_{soll}) des von dem Luftpolster geführten Materials (201; 401) oder das Maß ihrer Veränderung als Sollwert eingebbar ist und die danach Stellgrößen für die Veränderung des aus den Düsenöffnungen ausströmenden Luftvolumens (Q) und/oder der Strömungsgeschwindigkeit (c) zwischen Leitkörper und geführtem Material ermittelt.
- 35 16. Bogenoffsetdruckmaschine mit einer Luftpolsterführung (3) für die bedruckten Bögen (4) nach einem der Ansprüche 1 - 15 im Ausleger (1) der Maschine.
- 40 17. Bogenoffsetdruckmaschine mit einer Luftpolsterführung (513) für die bedruckten Bögen nach einem der Ansprüche 1-15 im Bereich der Bogenüberführung (501) oder Wendung zwischen zwei Druckzylindern der Maschine.
- 45 18. Verfahren zur Einstellung der Schwebehöhe von bogen- oder bahnförmigen Materialien in einer Luftpolsterführung, bei der sich das geführte Material auf einem Tragluftpolster über mindestens einem Leitkörper abstützt und über Düsen in dem Leitkörper Luft unter das geführte Material geblasen wird, wobei der Quotient zwischen dem durch die Düsen eingeblasenen Luftvolumenstrom (Q) und der Strömungsgeschwindigkeit (c) der Luft zwischen Leitkörper und geführtem Material verändert wird.
- 50 19. Verfahren nach Anspruch 18,
wobei der Leitkörper mindestens zwei Gruppen (412a/c, 412b; 512a/b/g/h, 512 c/d/e/f) von Düsen mit um mindestens dem Faktor 2 unterschiedlichen Verbraucherkennlinien der Gruppen enthält und das Verhältnis der Luftdrücke (P_{v1} , P_{v2}) zueinander verändert wird, mit denen die Gruppen von Düsen versorgt werden.
- 55 20. Verfahren nach Anspruch 18,
wobei die wirksamen Querschnitte der Düsen oder einzelner Gruppen von Düsen verändert werden.

Fig.1

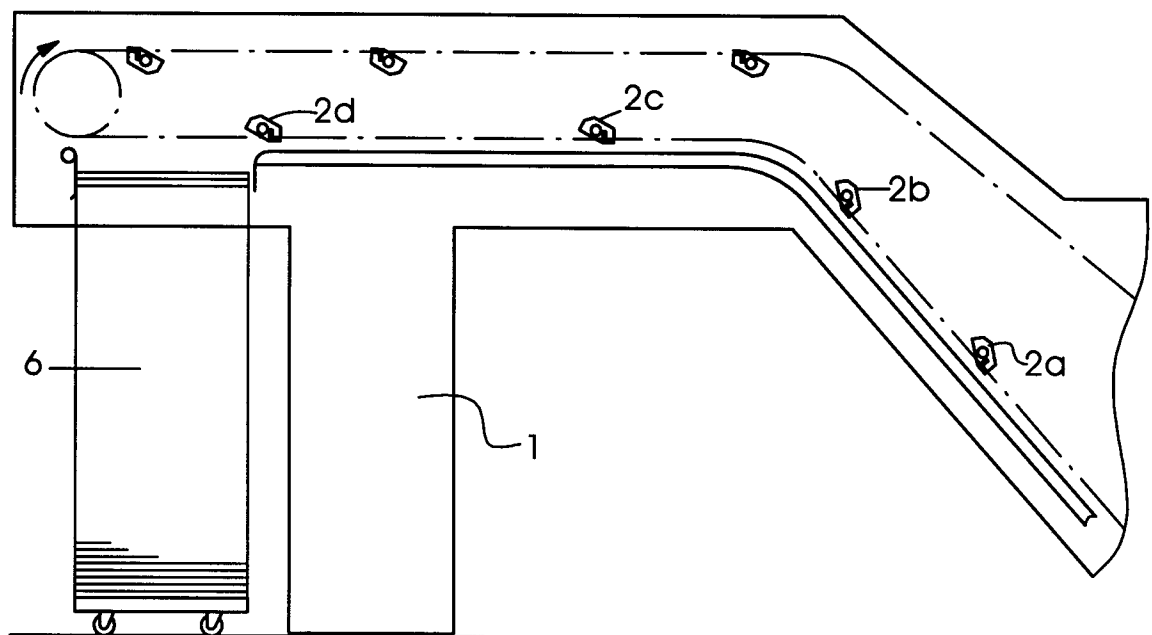


Fig.2

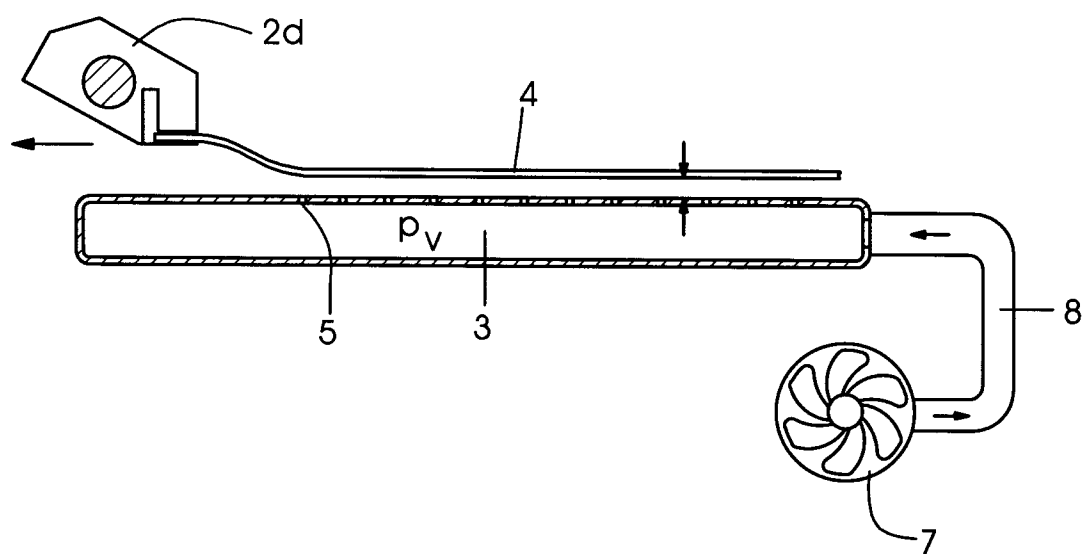


Fig.3

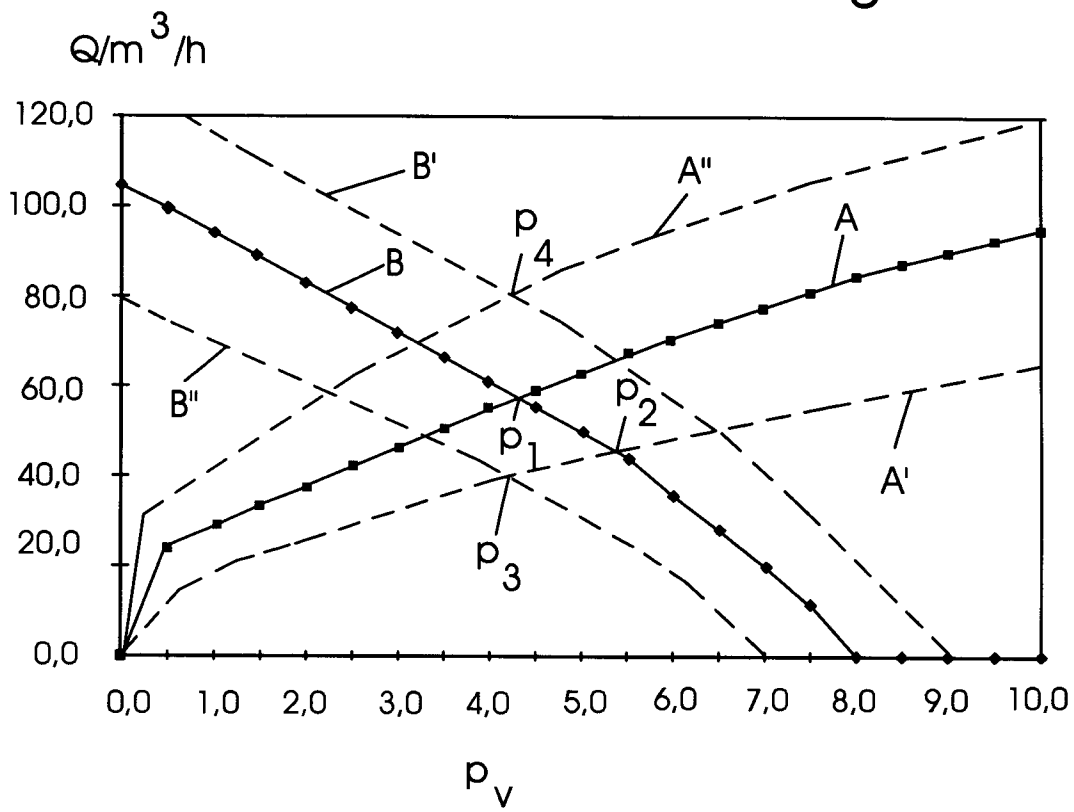


Fig.4

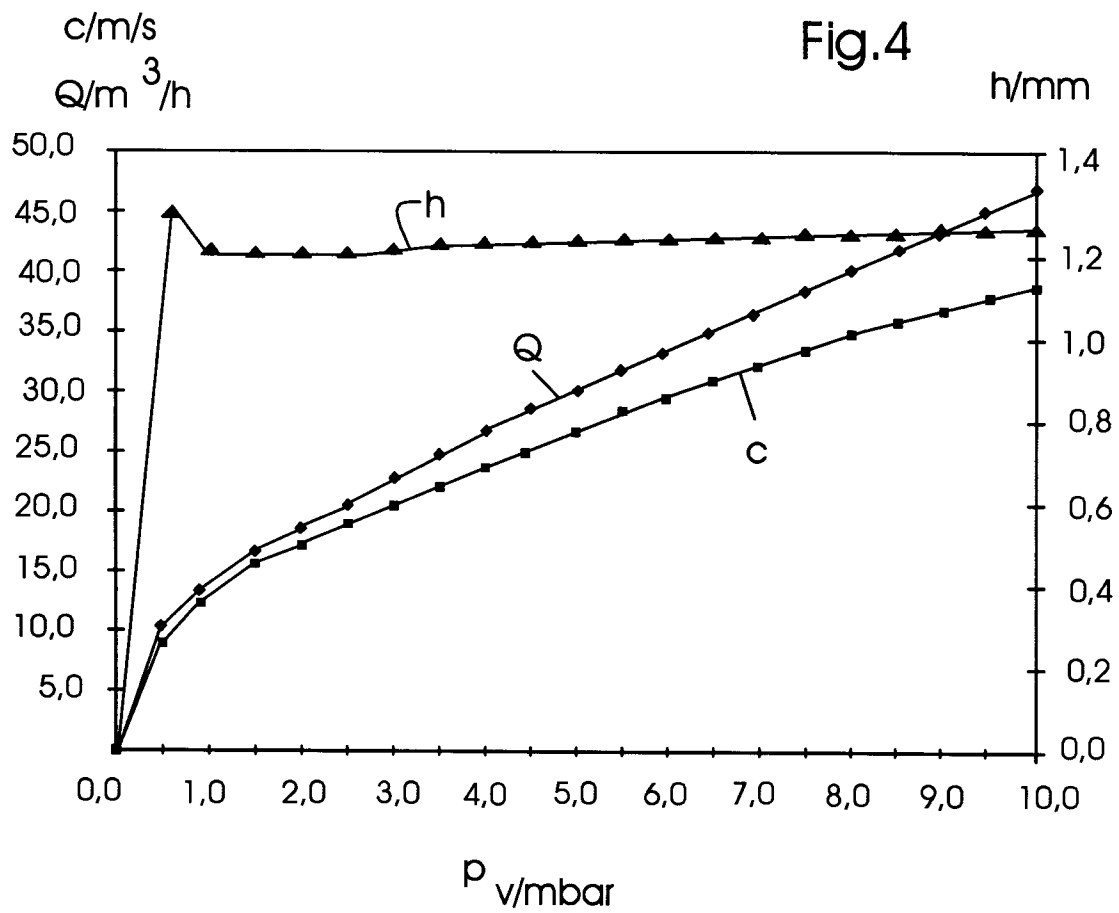
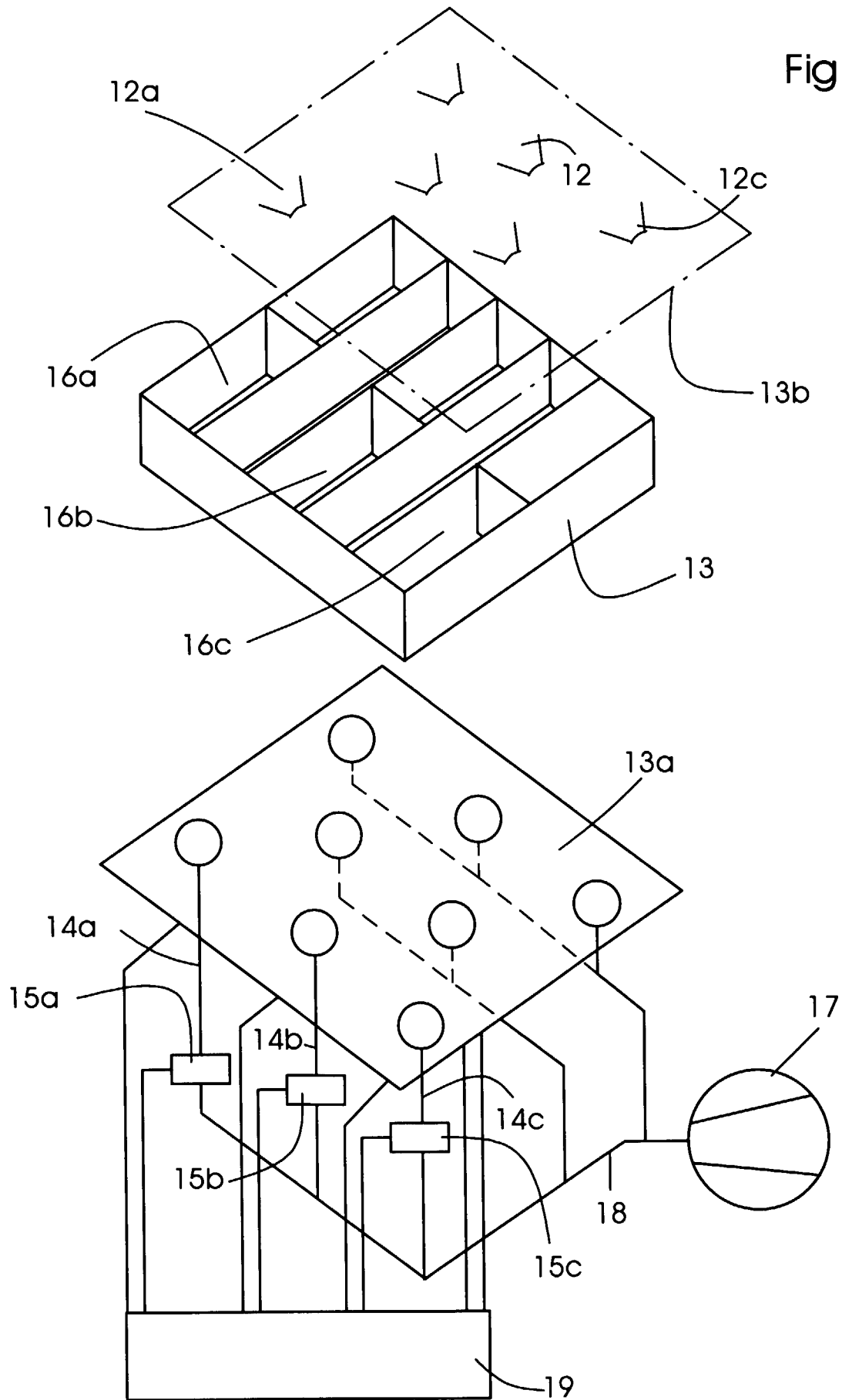


Fig.5



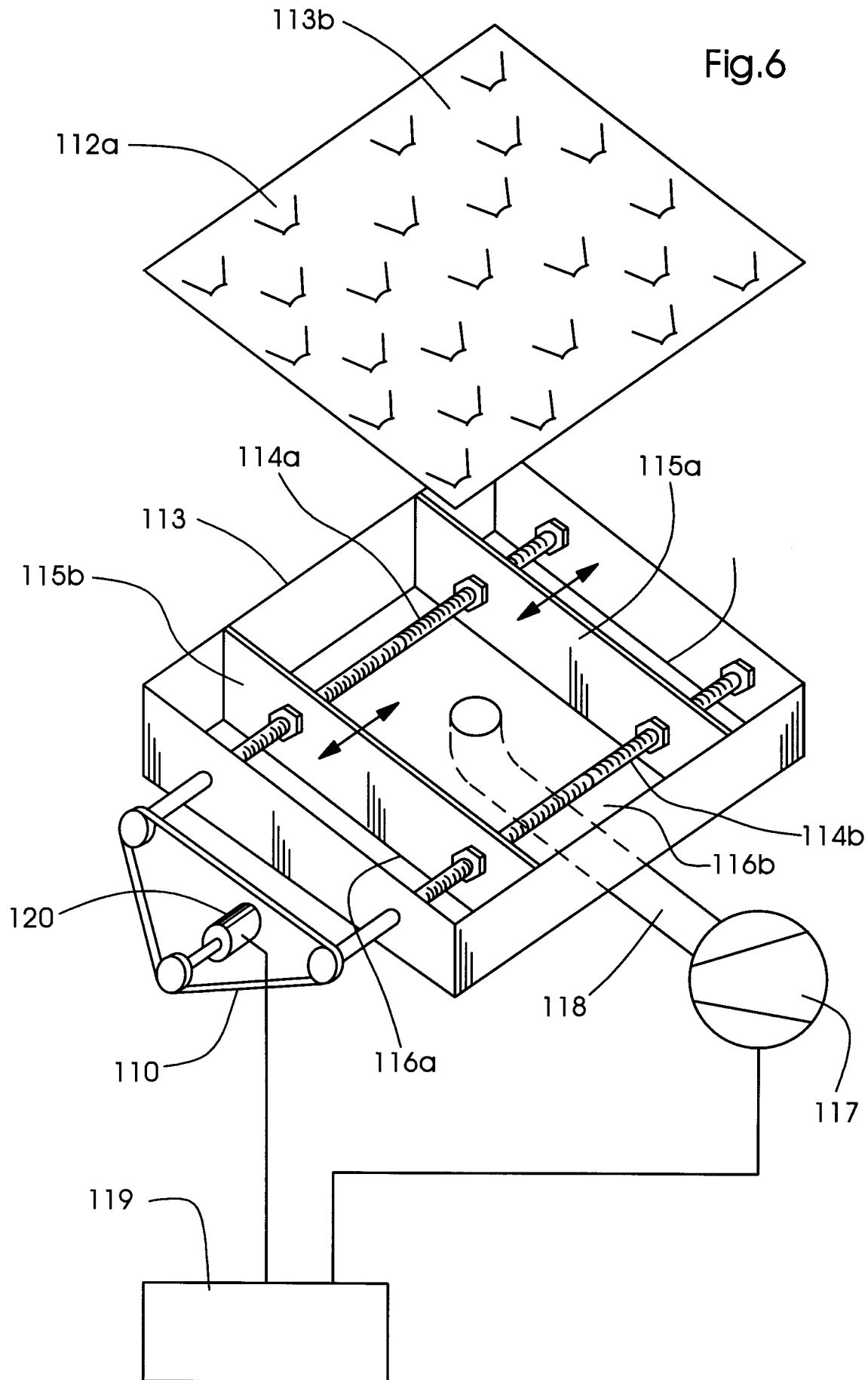


Fig.7a

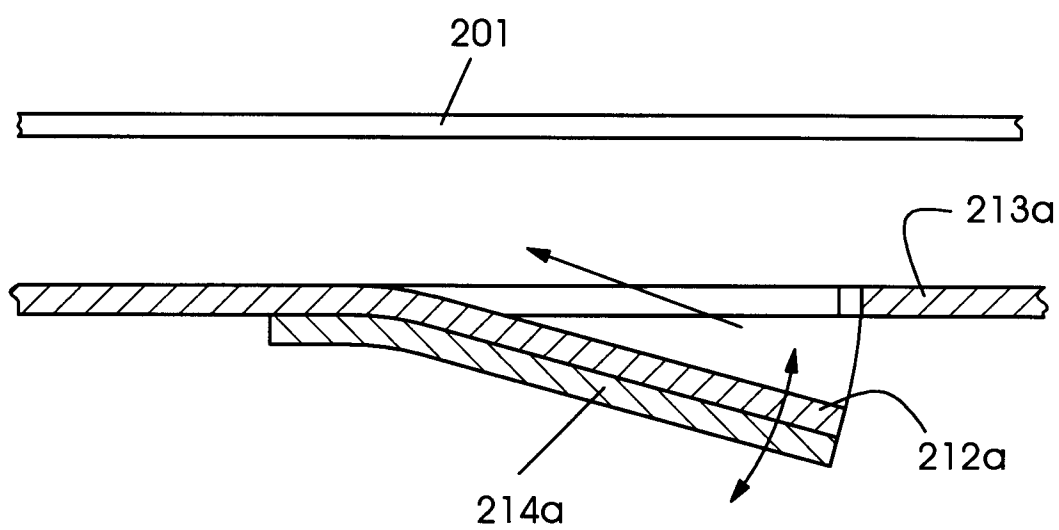


Fig.7b

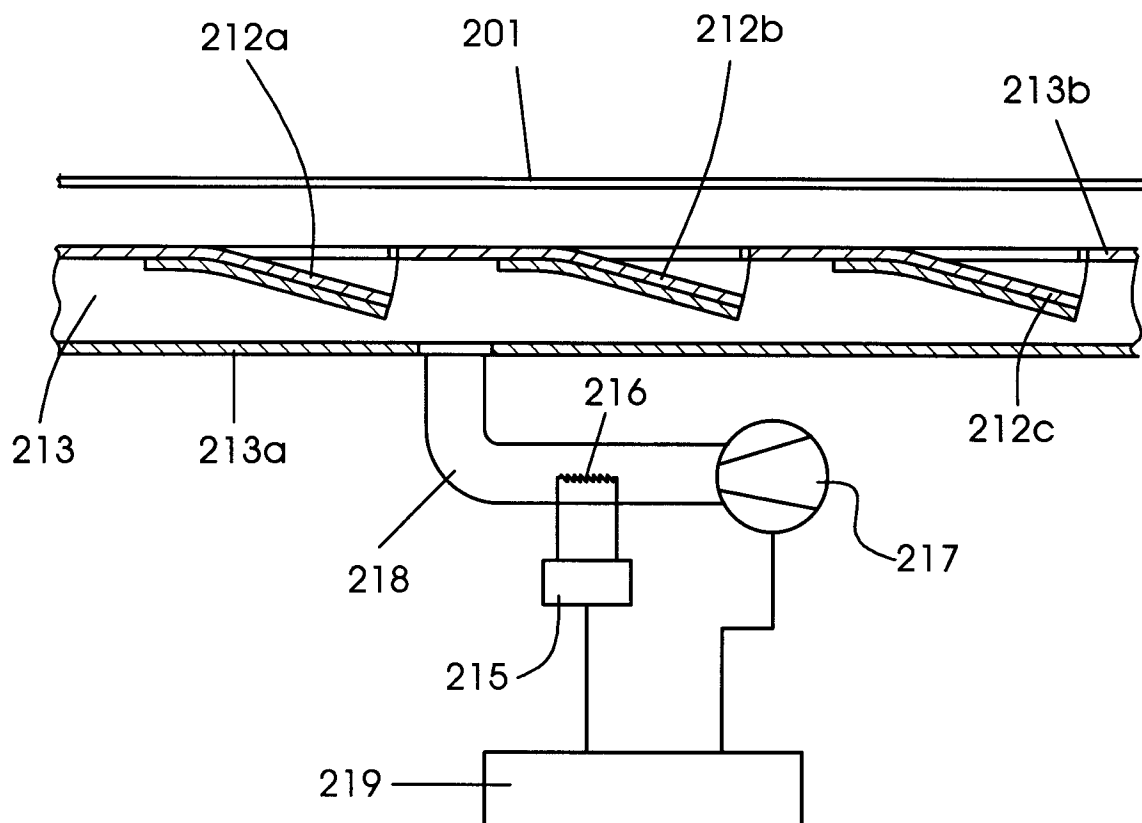


Fig.8a

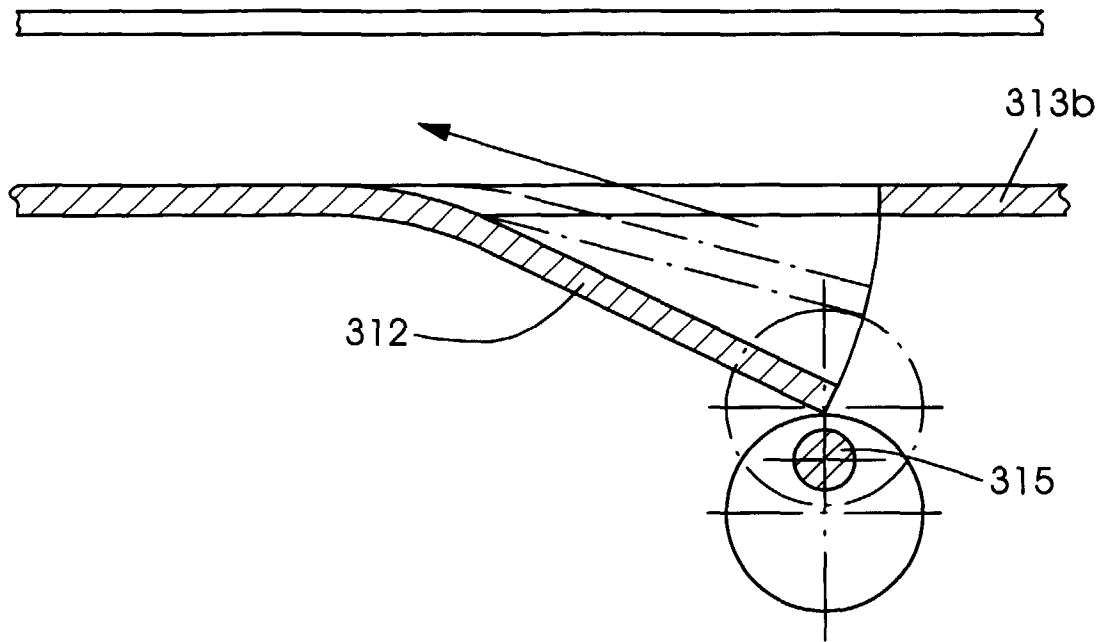


Fig.8b

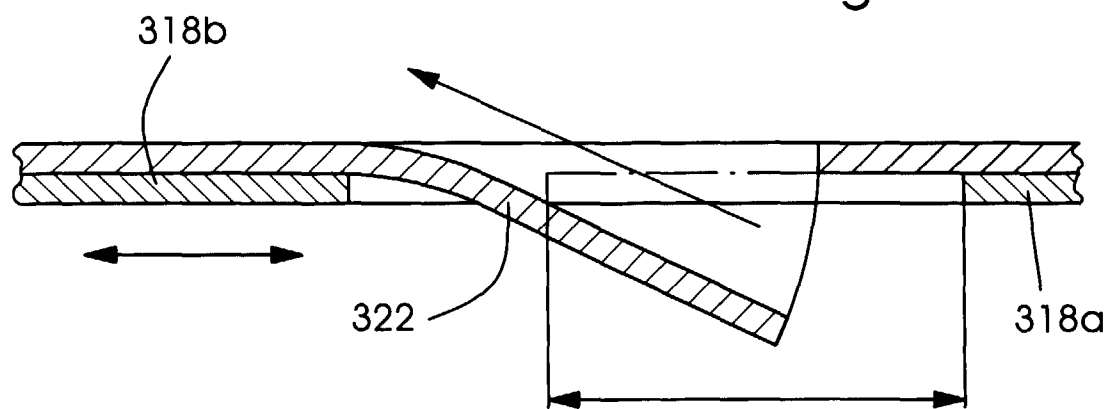


Fig.9

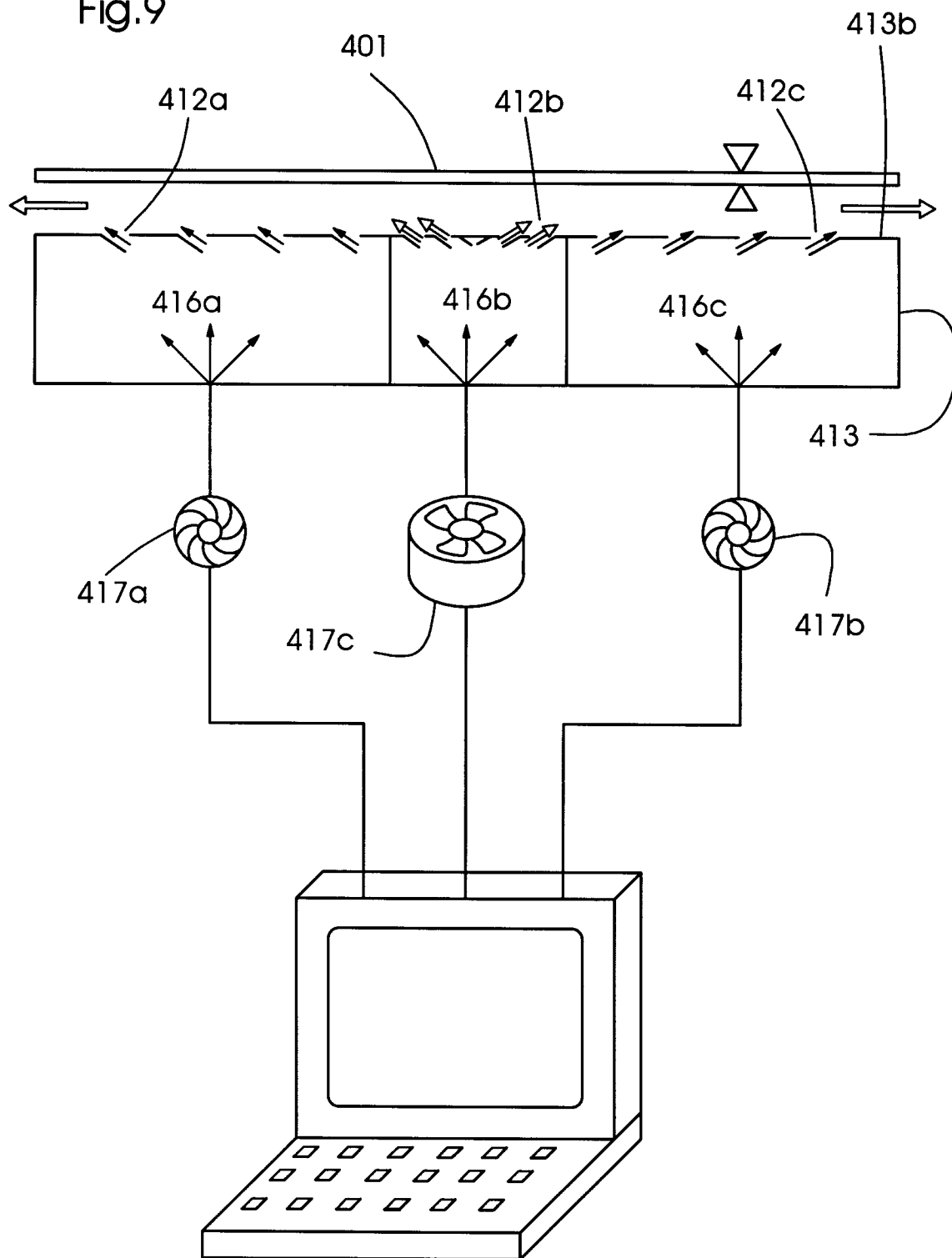


Fig.10

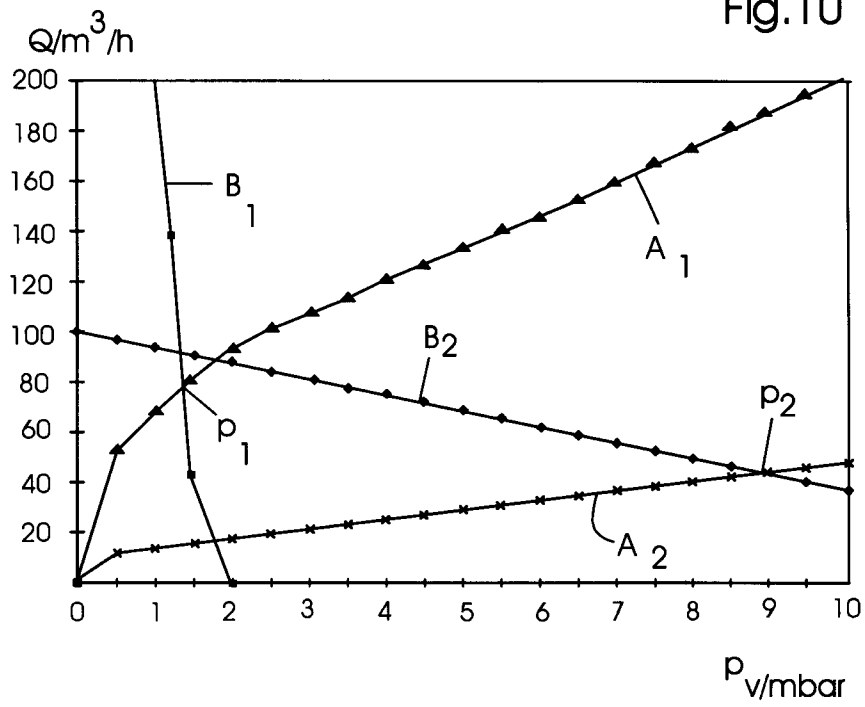


Fig.11

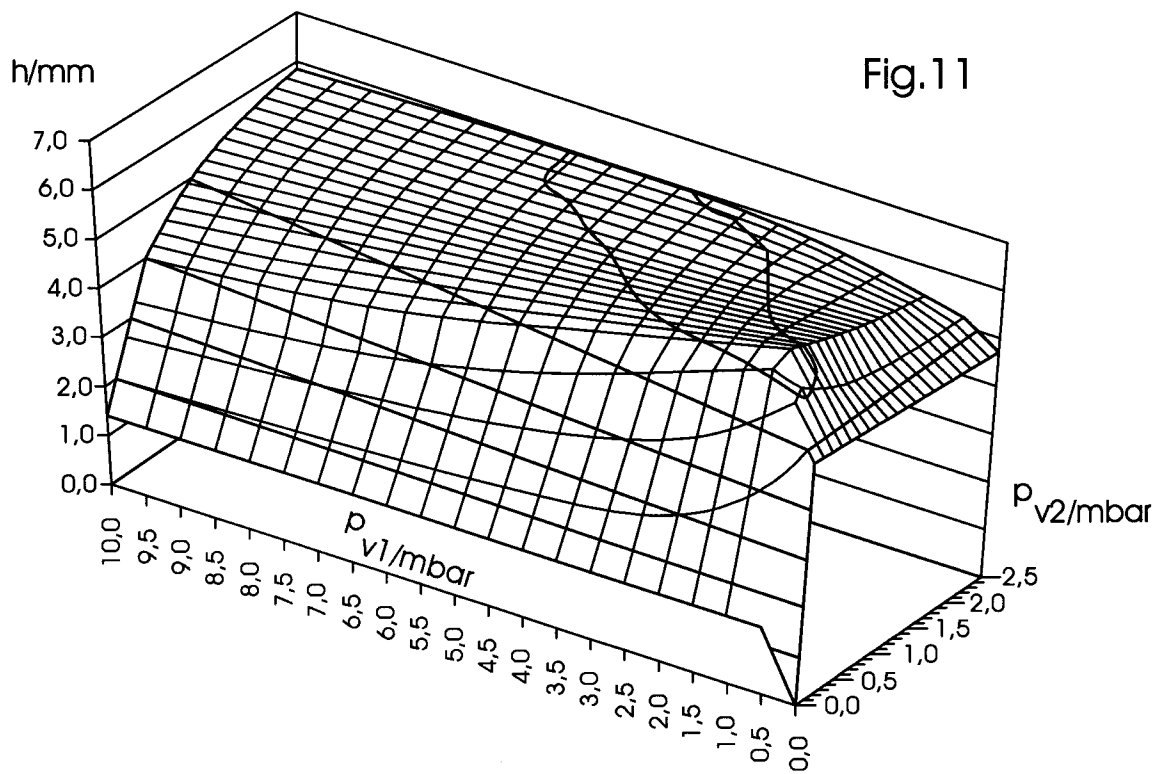


Fig.12a

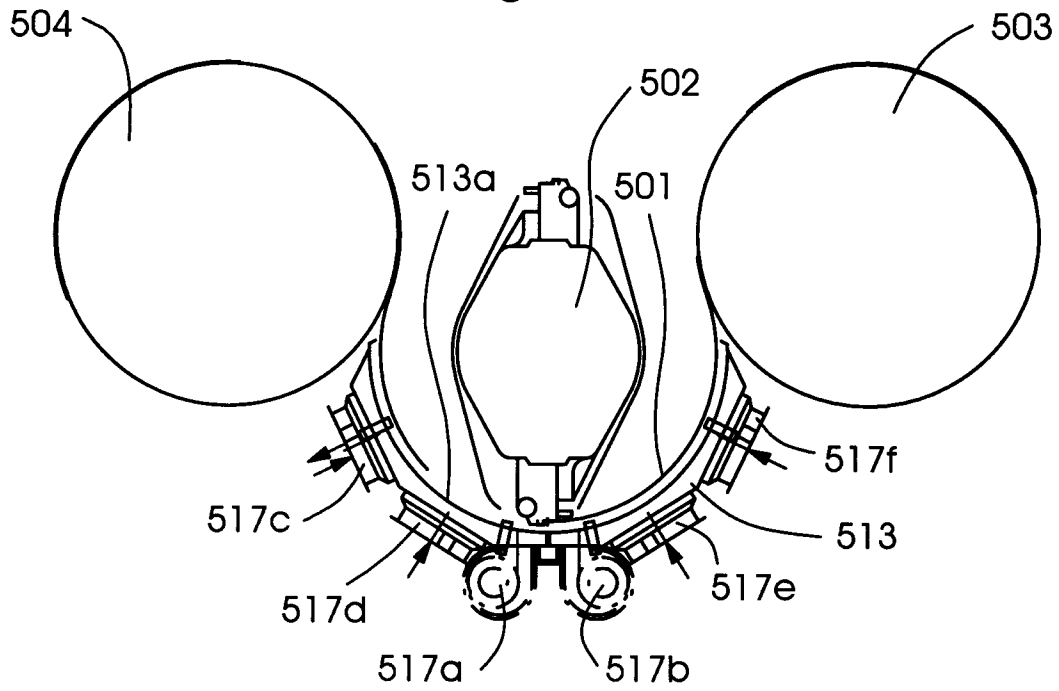


Fig.12b

