

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 789 B1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**19.09.2001 Patentblatt 2001/38**

(51) Int Cl.7: **B05D 1/30, B05C 5/00,**  
**G03C 1/74**

(21) Anmeldenummer: **97810732.4**

(22) Anmeldetag: **03.10.1997**

### (54) Verfahren und Vorrichtung zur Vorhangbeschichtung eines bewegten Trägers

Process and apparatus for curtain coating of a travelling support

Procédé et appareil pour le revêtement par rideau d'un support en mouvement

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**BE CH DE FI FR GB IT LI LU NL SE**

• **Troller, Urs**  
**4632 Trimbach (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.04.1999 Patentblatt 1999/14**

(74) Vertreter:  
**AMMANN PATENTANWAELTE AG BERN**  
**Schwarztorstrasse 31**  
**3001 Bern (CH)**

(73) Patentinhaber: **TSE Troller Schweizer**  
**Engineering AG**  
**4853 Murgenthal (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 440 279** **EP-A- 0 489 978**  
**EP-A- 0 704 752** **US-A- 4 842 900**

(72) Erfinder:

• **Schweizer, Peter M.**  
**3184 Wünnewil (CH)**

EP 0 906 789 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 oder 3. Dabei kann es sich um ein beliebiges Beschichtungsmaterial handeln.

5 [0002] Bei allen Giessverfahren, speziell aber beim Vorhang-Giessverfahren, bereitet die Luft, die infolge Reibung vom unbegossenen Träger gegen den Giesspunkt geführt wird, Probleme. Der Giesspunkt bezeichnet denjenigen Ort, wo die zu begießende Flüssigkeit erstmals mit dem Träger in Berührung kommt. Bei vielen Beschichtungsverfahren, so auch beim Vorhangguss, ist dieser Ort als Linie ausgebildet und wird als dynamische Benetzungsline bezeichnet. Das Gebiet in Trägernähe, in dem die Luft infolge Reibung in Bewegung ist, wird als Grenzschicht bezeichnet.

10 [0003] Beim Vorhangguss sind folgende Probleme im Zusammenhang mit der Luftgrenzschicht bekannt:

[0004] Begießen heisst, die Luft auf dem Träger durch eine Flüssigkeit zu ersetzen. Falls das nicht gelingt, was vor allem bei höheren Giessgeschwindigkeiten der Fall sein kann, wird Luft zwischen den Träger und den Flüssigkeitsfilm gezogen, und eine kohärente Beschichtung ist dann nicht mehr möglich.

15 [0005] Auch wenn die Luft nicht zwischen den Träger und den Flüssigkeitsfilm eingezogen wird, trifft sie, in Bewegungsrichtung des Trägers gesehen, vor allem bei hohen Giessgeschwindigkeiten, mit erheblicher Kraft auf die Rückseite des Vorhangs auf. Dies führt, vor allem im Bereich der dynamischen Benetzungsline, zu Störungen, welche sich als diffuse Ungleichförmigkeiten im beschichteten Film bemerkbar machen.

20 [0006] Die Luft, die durch den Träger gegen die Vorhangvorderseite geführt wird, muss irgendwie abgeführt werden. Und zwar seitlich, aufwärts, rückwärts, aber nicht in Richtung der Trägerbewegung. Diese Abführung der Luft bereitet vor allem bei breiten Trägern Schwierigkeiten, was dazu führt, dass der Vorhang in Richtung Trägerbewegung wie ein Ballon aufgeblasen wird. Dies bewirkt einerseits eine Deformation des Vorhangs, was eine Qualitätsverminderung des begossenen Films zur Folge haben kann, und andererseits eine Deformation der dynamischen Benetzungsline. Dadurch wird das Giessverhalten des Vorhangs quer zur Giessrichtung ungleichförmig, was wiederum zu Qualitätseinbussen im beschichteten Film führen kann, z.B. in Form von Lufteinschlüssen in den Vorhangrandzonen.

25 [0007] Es wurden verschiedene Verfahren und Vorrichtungen entwickelt, um die oben beschriebenen nachteiligen Effekte zu beseitigen oder mindestens zu vermindern. Beim Verfahren und der Vorrichtung nach Oberbegriff der Ansprüche 1 und 3, gemäss US-A-5 624 715, wird die Grenzschicht einerseits durch einen Körper, der in Bewegungsrichtung des Trägers vor dem Vorhang konzentrisch und in kleinem Abstand gegen die Giesswalze angeordnet ist, gesperrt und andererseits wird die Luft, die durch den so entstehenden Spalt zwischen Körper und Träger strömt, durch eine Schlitzdüse abgesogen und es wird diesem Ort Luft kontrolliert zugeführt.

30 [0008] In EP-B-0 489 978 wird ebenfalls ein konzentrisch um die Giesswalze angeordnetes Schild verwendet, um die Grenzschicht mechanisch zu sperren. Zusätzlich wird hier die Luft, die durch den konzentrischen Spalt fliesst, in der Mitte des Körpers abgesogen.

35 [0009] Die Hauptwirkung beider oben beschriebenen Verfahren beruht auf der mechanischen Absperrung der Luftgrenzschicht. Obwohl bei beiden Vorrichtungen zusätzlich Luft abgesogen wird, trifft trotzdem noch eine beträchtliche Menge Luft auf die Rückseite des Vorhangs, so dass Qualitätseinbussen, wie sie oben beschrieben sind, immer noch auftreten können.

40 [0010] Bei beiden Apparaturen ist insbesondere die Absaug-Vorrichtung infolge ihrer schlitzförmigen Ausführung nicht effizient gestaltet. In EP-B-0 489 978 ist zudem noch eine relativ grosse Kammer zwischen Saugschlitz und konzentrischem Spalt angeordnet. In dieser Kammer wird die Luft stark verwirbelt, so dass die Restluft mit in Richtung quer zur Trägerbewegung ungleichförmiger Kraft auf den Vorhang auftrifft, und deshalb Qualitätseinbussen verursachen kann. Die in der Mitte des Körpers angeordnete Absaug-Vorrichtung bewirkt zudem, dass Luft vom Raum zwischen Körper und Vorhang in den konzentrischen Spalt entgegen der Trägerbewegung gesogen wird. Dieser Sog erzeugt vor dem Vorhang und vor allem in der Nähe der dynamischen Benetzungsline eine zusätzliche Luftströmung, die quer zur Trägerbewegung ungleichförmig ist, und deshalb eine Qualitätseinbusse auf dem beschichteten Film bewirken kann.

45 [0011] Es ist von diesem Stand der Technik ausgehend Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die eine verbesserte Gleichförmigkeit des beschichteten Filmes erzeugen. Diese Aufgabe wird mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäss den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Weitere Verbesserungen und Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

50 [0012] Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Figur 1 zeigt im Schnitt einen Teil der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

55 Figur 2 zeigt das Geschwindigkeitsprofil im Spalt,

Figur 3 zeigt den Ort der Nullgeschwindigkeit der Spaltströmung, und

Figur 4 zeigt die Volumenströme für die Spaltströmung.

[0013] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf eine Betrachtung in Richtung der Trägerbewegung, die in Figur 1 mit einem Pfeil U angedeutet ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält einen Körper 1, der vor dem Vorhang 2 konzentrisch um die Giesswalze 3 angeordnet ist, und dadurch einen gleichförmigen Spalt 4 zwischen der Trägeroberfläche 5 und dem Körper 1 von 0.1 - 1.0 mm, vorzugsweise 0.3 - 0.6 mm Höhe H bildet. In der ersten Hälfte des Körpers ist ein erster Hohlraum 6 angeordnet, der sich über die ganze Breite der Trägeroberfläche hinzieht und in einen Absaugkanal 7 mündet. Am Absaugkanal ist eine an sich bekannte Absaugeinrichtung angeschlossen.

[0014] Trägerseitig ist im ersten Hohlraum 6 eine erste Schicht 8 aus porösem Material angeordnet, durch die hindurch die Luft abgesogen wird. Der hinter der porösen Schicht verbleibende Hohlraum hilft mit, dass die Luft auf der ganzen Länge  $L_2$  und Breite der porösen Schicht effizient und gleichförmig abgesogen wird. Die Länge  $L_2$  beträgt beispielsweise 15 mm.

[0015] Im zweiten Abschnitt des Körpers befindet sich ein zweiter Hohlraum 9, der trägerseitig ebenfalls eine Schicht 10 aus porösem Material aufweist und an einen Luftzuführkanal 11 angeschlossen ist, wobei durch diese zweite poröse Schicht nicht Luft abgesogen, sondern gleichförmig eingespeist wird. Die quer zur Trägerbewegung gleichförmige Luft-Einspeisung über die Länge  $L_4$  von beispielsweise 10 mm wird auch durch den sich hinter der porösen Schicht befindenden Hohlraum bewirkt. Der Luftzuführkanal ist mit einer nicht dargestellten Luftspeisevorrichtung verbunden, damit der Druck und dadurch der Volumenstrom der eingespeistenen Luft genau eingestellt werden kann.

[0016] Die Längen  $L_1$  und  $L_3$  des Körpers vor und nach der ersten porösen Schicht 8 sind so dimensioniert, dass im konzentrischen Spalt 4 eine voll ausgebildete Strömung entsteht. Die Mindestlängen für  $L_1$  und  $L_3$  hängen vor allem von der Trägergeschwindigkeit und der Spalthöhe ab und betragen bei einer Geschwindigkeit von 5 m/s und einer Spalthöhe von 0.5 mm etwa 3 bis 15 mm.

[0017] Die eingespeist Luft bewirkt, dass sich im Spalt zwischen der ersten porösen Schicht und dem Spaltende gegen den Vorhang hin eine geregelte Luftströmung entwickelt, die durch ein parabolisches Geschwindigkeitsprofil derart gekennzeichnet ist, dass die Luft im oberen Teil des Spaltes entlang des Körpers vom Vorhang gegen die erste poröse Schicht und im unteren Teil des Spaltes entlang der Trägerbahn in Richtung Vorhang strömt, siehe Figur 2.

[0018] Die Schichtdicke der porösen Schichten hängt unter anderem von der Porosität und der spezifischen Oberfläche des porösen Mediums ab. Die Schichtdicke muss so dimensioniert sein, dass der Druckabfall der Luftströmung durch die poröse Schicht wesentlich, d.h. beispielsweise um einen Faktor 100, grösser ist als der Druckabfall der Luftströmung quer zur Trägerbewegung im Kanal hinter der porösen Schicht. Bei einer Porosität von 0,4 und einer Trägerbreite von 1 m ergibt sich eine Schichtdicke von ca. 8 mm.

[0019] Das Geschwindigkeitsprofil im konzentrischen Spalt zwischen den porösen Schichten, entlang  $L_3$ , ist durch den Punkt P ausgezeichnet, der sich im Abstand d von der Trägeroberfläche befindet. Die Luftgeschwindigkeit im Punkt P ist null, d.h. der Punkt P trennt die Vorwärtsströmung, in Richtung Trägerbewegung, von der Rückwärtsströmung. Das Geschwindigkeitsprofil  $u(y)$  für eine so ausgebildete Strömung berechnet sich gemäss der Hagen-Poiseuille-Formel zu

$$u(y) = \frac{(p_1 - p_0)}{2\mu L} y^2 - \left[ \frac{(p_1 - p_0)H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] y + U \quad (\text{F1})$$

- 45       $u(y)$  = Geschwindigkeit der Luft im Spalt  
 p<sub>1</sub> = Umgebungsdruck hinter dem Vorhang  
 p<sub>0</sub> = Unterdruck bei der Saugvorrichtung  
 Δp = Druckdifferenz = (p<sub>1</sub>-p<sub>0</sub>)  
 μ = Viskosität der Luft  
 50      L = Länge des Spaltes  
 H = Höhe des Spaltes  
 U = Geschwindigkeit des Trägers  
 y = Koordinate senkrecht zur Trägeroberfläche

55      [0020] Der Abstand d berechnet sich gemäss

$$d = \frac{a}{2} - \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 - b} \quad (\text{F2})$$

5 wobei

$$10 \quad a = -\left[ H + \frac{2\mu LU}{\Delta p H} \right]$$

und

$$15 \quad b = \frac{2\mu LU}{\Delta p}$$

Der mit der Spalthöhe H normalisierte Abstand d ist in Figur 3 als Funktion der Druckdifferenz  $\Delta p$  dargestellt und man erhält so den Ort der Null-Geschwindigkeit.

20 [0021] Durch Integration des Geschwindigkeitsprofils über die Spalthöhe H erhält man den Luftvolumenstrom pro Spaltbreite  $Q_1$ , welcher auf den Vorhang auftrifft, und den Luftvolumenstrom pro Spaltbreite  $Q_2$ , welcher abgesogen werden muss:

$$25 \quad Q_1 = \frac{\Delta p}{2\mu L} \frac{d^3}{3} - \left[ \frac{\Delta p H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] \frac{d^2}{2} + U d \quad (\text{F3})$$

$$30 \quad Q_2 = \frac{\Delta p}{2\mu L} \left( \frac{H^3}{3} - \frac{d^3}{3} \right) - \left[ \frac{\Delta p H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] \left( \frac{H^2 - d^2}{2} \right) + U(H - d) \quad (\text{F4})$$

35 [0022] Die beiden Volumenströme sind in Figur 4 als Funktion der Druckdifferenz  $\Delta p$  dargestellt.  
 [0023] Für eine gegebene Spalthöhe kann die Luftmenge, die auf den Vorhang auftrifft und die Luftmenge, die entsprechend abgesogen werden muss, durch Einstellen des Unterdruckes  $p_0$  beliebig geregelt werden. Insbesondere kann sie beliebig klein eingestellt werden, womit die qualitätsvermindernden Einflüsse auf den Vorhang minimiert werden. Wichtig ist dabei, dass die Luftmenge, die abgesaugt werden muss, nicht übermäßig dem Raum zwischen Vorhang und Körper entzogen wird und dadurch störende Luftströmungen vor dem Vorhang bewirkt, sondern dass die Luftmenge durch die poröse Schicht am Austritt des Spaltes in der richtigen Menge eingespeist wird, und zwar derart, dass keine störenden Luftströmungen, sowohl vor dem Vorhang als auch im Spalt entstehen. Dabei darf nur gerade die Luftmenge  $Q_1$ , die durch den Spalt in Richtung des bewegten Trägers fliesst und auf den Vorhang auftrifft, aus dem Raum zwischen Vorhang und Körper abgesogen werden.

### Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zur Vorhangbeschichtung eines bewegten Trägers mit einem Beschichtungsmaterial, wobei in einem parallel, bzw. konzentrisch zum Träger ausgebildeten Spalt, in Laufrichtung des Trägers gesehen, die vom bewegten Träger mitgeführte Luft vor dem Vorhang abgesaugt wird und kontrolliert Luft stetig zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zugeführte Luft in Funktion der abgesaugten Luft über einen Körper (1), der in der Laufrichtung (U) des Trägers gesehen einen mit anschliessendem Luftsaugkanal (7) versehenen ersten Hohlraum (6) und vor dem Körperende einen zweiten Hohlraum (9) mit sich daran anschliessendem Luftzuführkanal (11) aufweist, wobei sich beide Hohlräume (6, 9) über die ganze Breite des Trägers erstrecken und trägerseitig mit einer Schicht (8, 10) ausporösem Material versehen sind, derart eingestellt wird, dass sich ein parabolisches Geschwindigkeitsprofil entwickelt mit einem Punkt (P) in einem Abstand (d) vom Träger, in dem die Luftgeschwin-

digkeit gleich Null ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Geschwindigkeitsprofil  $u(y)$  gemäss der Hagen-Poiseuille-Formel (F1) berechnet wird.

5

$$10 \quad u(y) = \frac{(p_1 - p_0)}{2\mu L} y^2 - \left[ \frac{(p_1 - p_0)H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] y + U \quad (\text{F1})$$

u(y) =	Geschwindigkeit der Luft im Spalt
p <sub>1</sub> =	Umgebungsdruck hinter dem Vorhang
p <sub>0</sub> =	Unterdruck bei der Saugvorrichtung
Δp =	Druckdifferenz = (p <sub>1</sub> -p <sub>0</sub> )
μ =	Viskosität der Luft
L =	Länge des Spaltes
H =	Höhe des Spaltes
U =	Geschwindigkeit des Trägers
y =	Koordinate senkrecht zur Trägeroberfläche

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Giesswalze (3) zur Führung eines Trägers

(5) und einer in Bewegungsrichtung des Trägers vor dem Vorhang (2) angeordneten Absaug- (7) und Luftzuführ-Einrichtung (11), die an einem, einen Spalt (4) bildenden und parallel oder konzentrisch zum Träger angeordneten Körper (1) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Körper (1), in der Laufrichtung (U) des Trägers gesehen, einen mit anschliessendem Luftabsaugkanal (7) versehenen ersten Hohlraum (6) und vor dem Körperende einen zweiten Hohlraum (9) mit sich daran anschliessendem Luftzuführkanal (11) aufweist, wobei sich beide Hohlräume (6, 9) über die ganze Breite des Trägers erstrecken und trägerseitig mit einer Schicht (8, 10) aus porösem Material versehen sind derart, dass sich ein gleichförmiger, konzentrischer oder paralleler, Spalt (4) zwischen dem Träger (5) und dem Körper (1) erstreckt.

- 25        4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Hohlraum (6) trägerseitig mit einer Schicht (8) aus porösem Material versehen ist.

- 30        5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Höhe (H) des Spaltes 0.1 - 1.0 mm, insbesondere 0.3 - 0.6 mm beträgt.

- 35        6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mindestlänge ( $L_1$ ) zwischen Körperanfang und Anfang des ersten Hohlraums (6) und ( $L_3$ ) zwischen Ende des ersten Hohlraums und Anfang des zweiten Hohlraums (9) 3 - 15 mm betragen.

### Claims

- 45        1. Method for curtain coating a moving support with a coating material, where the air carried along by the moving support is extracted in front of the curtain, as seen in the running direction of the support, in a gap formed in parallel or concentrically to the support, and air is continuously supplied in a controlled manner, **characterised in that** by means of a body (1) comprising, in the running direction (U) of the support, a first cavity (6) provided with a following air suction channel (7) and, before the end of the body, a second cavity (9) with an adjacent air supply channel (11), both of these cavities (6, 9) extending across the entire width of the support and being provided on their sides facing the support with a layer (8, 10) of a porous material, the air supply is adjusted in function of the extracted air in such a manner that a parabolic velocity profile develops which comprises a point P at a distance d from the support where the air velocity is equal to zero.
- 50        2. Method according to claim 1, **characterised in that** the velocity profile  $v(y)$  is calculated according to the Hagen-Poiseuille formula

$$u(y) = \frac{(p_1 - p_0)}{2\mu L} y^2 - \left[ \frac{(p_1 - p_0)H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] y + U \quad (\text{F1})$$

5

where

u (y) =	air velocity in the gap
p <sub>1</sub> =	ambient pressure behind the curtain
p <sub>0</sub> =	vacuum at the suction device
Δ <sub>p</sub> =	pressure difference = (p <sub>1</sub> -p <sub>0</sub> )
μ =	air viscosity
L =	gap length
H =	gap height
U =	support speed
y =	coordinate perpendicular to the support surface.

10

15

20

25

3. A device for carrying out the method according to claim 1, comprising a coating roll (3) on which a support (5) is guided, and a suction (7) and air supply device (11) which in the direction of motion of the support are disposed in front of the curtain (2) and are provided on a body (1) forming a gap (4) and extending in parallel or concentrically to the support, **characterised in that** the body (1), seen in the running direction (U) of the support, comprises a first cavity (6) provided with a following air suction channel (7) and, before the end of the body, a second cavity (9) connected to an air supply channel (11), both of these cavities (6, 9) extending across the entire width of the support and being provided on their support sides with a layer (8, 10) of a porous material in such a manner that a uniform, concentric or parallel gap (4) is formed between the support (5) and the body (1).
4. Device according to claim 3, **characterised in that** the first cavity (6) is provided on the side facing the support with a layer (8) of a porous material.
5. Device according to claim 3 or 4, **characterised in that** the height (H) of the gap is comprised between 0.1 and 1.0 mm, more particularly between 0.3 and 0.6 mm.
6. Device according to any one of claims 3 to 5, **characterised in that** the minimum lengths (L<sub>1</sub>) between the beginning of the body and the beginning of the first cavity (6) and (L<sub>3</sub>) between the end of the first cavity and the beginning of the second cavity (9) are comprised between 3 and 15 mm.

### Revendications

40

45

50

1. Procédé de revêtement par rideau d'un support en mouvement avec une matière de revêtement, l'air entraîné par ledit support en mouvement étant extrait, en direction de mouvement du support, avant le rideau dans un fente parallèle resp. concentrique au support, et de l'air étant continuellement amené de manière contrôlée, **caractérisé en ce que**, par l'intermédiaire d'un corps (1) pourvu, en direction de mouvement (U) du support, d'une première cavité (6) suivie d'un canal d'extraction d'air (7) et d'une deuxième cavité (9) située avant l'extrémité arrière dudit corps et suivie d'un canal d'admission d'air (11), les deux cavités (6, 9) s'étendant sur la largeur entière du support et étant munies, du côté en regard du support, d'une couche (8, 10) en matière poreuse, l'air amené est réglé en fonction de l'air extrait de telle manière qu'un profil de vitesse parabolique est obtenu avec un point (P) à une distance (d) où la vitesse de l'air est égale à zéro.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit profil de vitesse v(y) est calculé selon la formule Hagen-Poiseuille

55

$$u(y) = \frac{(p_1 - p_0)}{2\mu L} y^2 - \left[ \frac{(p_1 - p_0)H}{2\mu L} + \frac{U}{H} \right] y + U \quad (\text{F1})$$

u(y) =	vitesse de l'air dans la fente
p <sub>1</sub> =	pression ambiante à l'arrière du rideau
p <sub>0</sub> =	pression négative au dispositif d'extraction
Δp =	différence de pression = (p <sub>1</sub> -p <sub>0</sub> )
μ =	viscosité de l'air
L =	longueur de la fente
H =	hauteur de la fente
U =	vitesse du support
y =	coordonnée perpendiculaire à la surface du support.

5

10

15

25

30

35

40

45

50

55

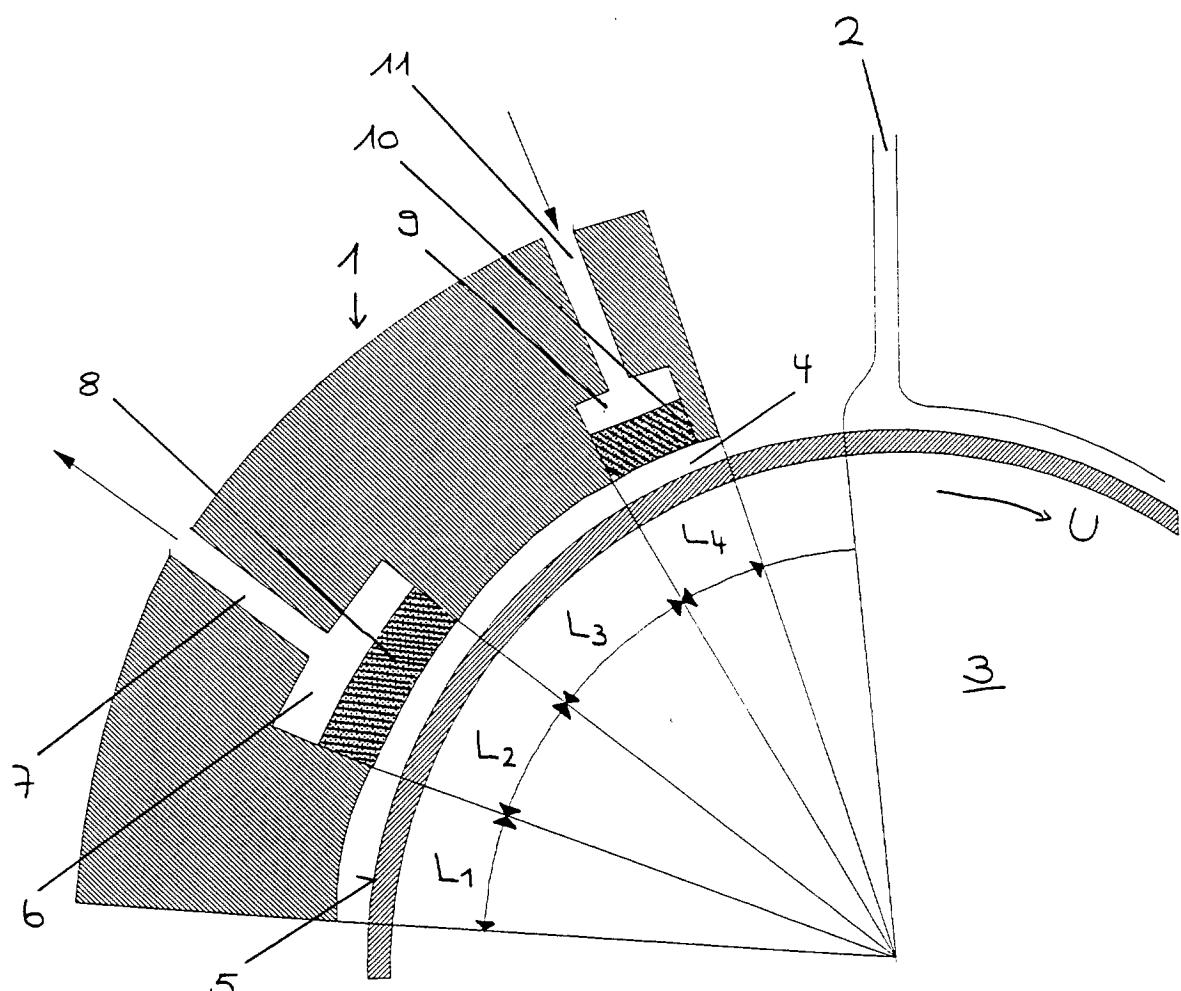


FIG. 1

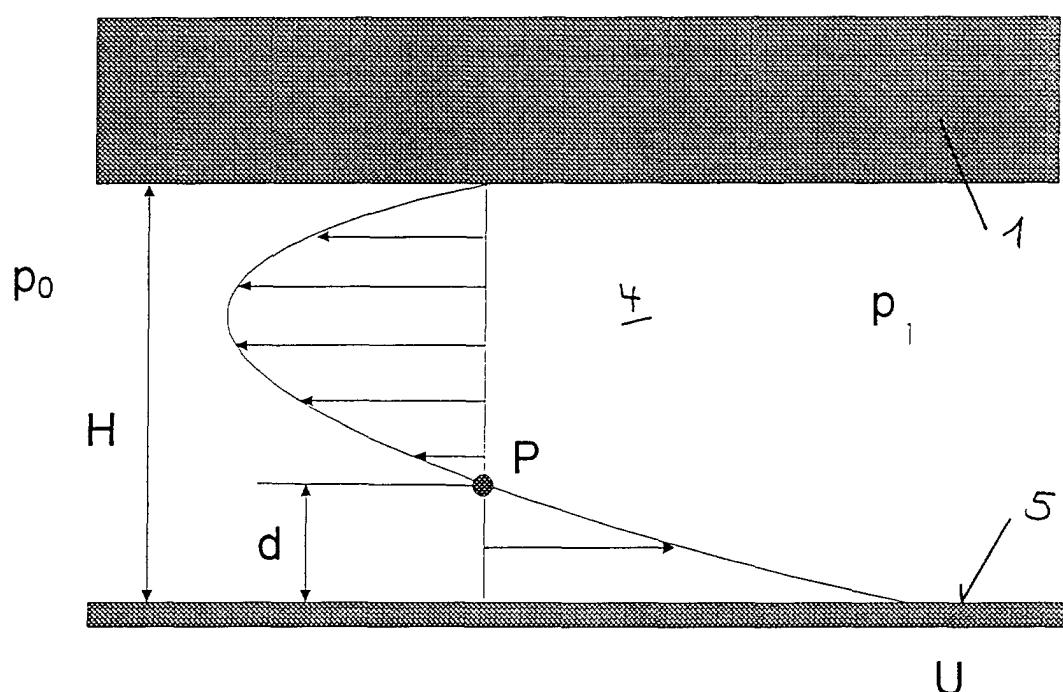


FIG. 2

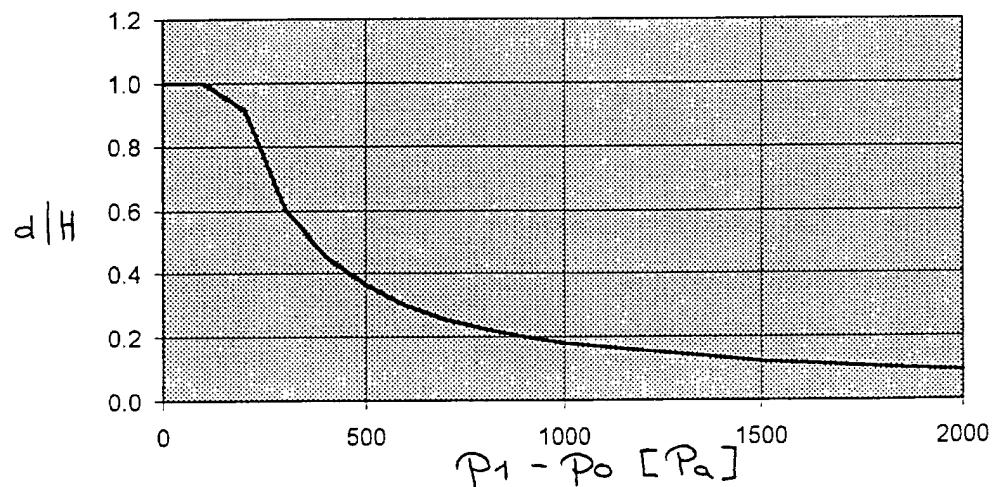


FIG. 3

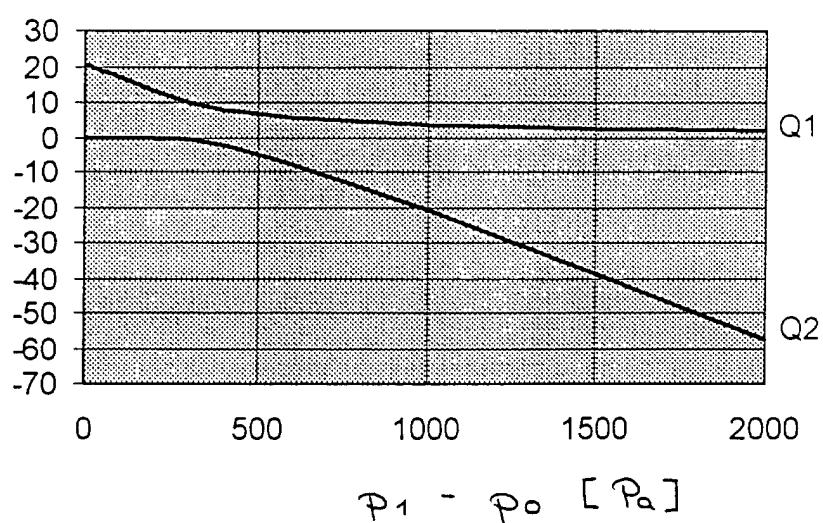


FIG. 4