



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 427 359 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90250270.7**

(51) Int. Cl.⁵: **B21B 45/02**

(22) Anmeldetag: **22.10.90**

(30) Priorität: **09.11.89 DE 3937626**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.05.91 Patentblatt 91/20

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB IT

(71) Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Mannesmannufer 2
W-4000 Düsseldorf 1(DE)

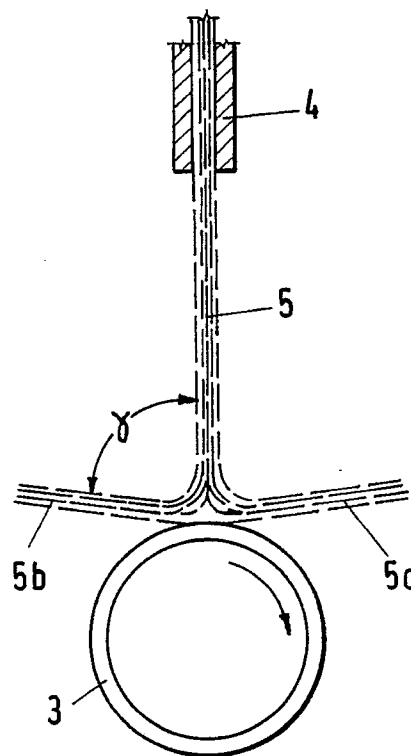
(72) Erfinder: **Geib, Erwin**
Posener Strasse 1

W-4100 Duisburg 7(DE)
Erfinder: **Lüdecke, Wilhelm**
Grazer Strasse 24
W-4100 Duisburg 28(DE)
Erfinder: **Kalberg, Manfred**
Mühlenstrasse 12
W-4100 Duisburg 12(DE)

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Patentanwaltsbüro Meissner & Meissner,
Herbertstrasse 22
W-1000 Berlin 33(DE)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur beschleunigten Abkühlung eines zylindrischen Formkörpers aus Metall.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur beschleunigten Abkühlung eines erwärmten, sich um seine horizontale Längsachse drehenden zylindrischen Formkörpers aus Metall, insbesondere eines Stahlrohres, bei dem ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere Wasser, von oben in Form eines zur Längsachse parallelen Laminarvorhangs auf den Formkörper etwa im Bereich seiner obersten Mantellinie auftritt. Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Ausführung anzugeben, das eine Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit über das bisher für möglich gehaltene Maß hinaus gestattet bzw. die gleiche Abkühlgeschwindigkeit mit verringertem spezifischem Kühlmittelmengenangebot ermöglicht wird vorgeschlagen, daß zur Intensivierung des Kühleffektes während der ersten Kühlphase, in der die Oberflächentemperatur des Formkörpers noch oberhalb der Leidenfrosttemperatur liegt, das nach dem Auftreffen auf der Oberfläche des Formkörpers seitlich wegspritzende Kühlmittel zumindest auf einer Seite des Formkörpers entlang seiner gesamten Länge aufzufangen, nach unten umgelenkt und in einem geschlossenen Strom im Seitenbereich des Formkörpers auf dessen Oberfläche zurückgeführt wird.



EP 0 427 359 A2

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESCHLEUNIGTEN ABKÜHLUNG EINES ZYLINDRISCHEN FORMKÖRPERS AUS METALL

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur beschleunigten Abkühlung eines zylindrischen Formkörpers aus Metall mittels eines Kühlmittelstroms in Form eines Laminarvorhangs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung.

Eine bekannte Technik zur Erzielung hoher Abkühlgeschwindigkeiten beim Abschrecken von Walzgut aus der Walzhitze oder nach einer Wärmebehandlung ist die Verwendung von Kühlmittelströmen in Form eines Laminarvorhangs. Im Regelfall wird Wasser als Kühlmittel eingesetzt. Das Wasser tritt mit laminarer Strömung aus einer über dem zu kühlenden Gut angeordneten Breitschlitzdüse aus und trifft in freiem Fall auf dessen Oberfläche auf. Bei rotationssymmetrischem Walzgut, z.B. Stahlrohren, trifft der Laminarvorhang parallel zur Längsachse des Walzgutes auf, welches während der Abkühlung in ständiger Drehung gehalten wird, um eine möglichst gleichmäßige Abkühlung der gesamten Oberfläche zu erreichen und dadurch ein Verzeihen zu vermeiden.

In der WO 89/0729 A1 ist eine Vorrichtung zur Erzeugung eines derartigen laminaren Wasservorhangs beschrieben. Diese Vorrichtung ist aus mehreren voneinander unabhängigen Einheiten aufgebaut, die in Reihe nebeneinander angeordnet sind und dadurch die Länge des Wasservorhangs abschnittsweise variabel machen.

Obwohl ein Laminarvorhang bereits vergleichsweise hohe Abkühlgeschwindigkeiten ermöglicht, ist man in vielen Fällen an einer weiteren deutlichen Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit interessiert, um z.B. eine Anpassung an den Takt einer vorgelagerten Walzstraße zu ermöglichen, ohne eine zusätzliche Abkühlereinrichtung installieren zu müssen. Es wurden daher Untersuchungen angestellt, um herauszufinden, mit welchen Mitteln eine Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit an zylindrischen Formkörpern möglich ist. Dabei stellte sich heraus, daß die Haupteinflußgröße in der (spezifischen) Wassermenge pro Zeit- und Längeneinheit des Wasservorhangs zu sehen ist. Eine Aufteilung der Wassermenge auf parallel angeordnete Wasservorhänge oder eine Verschiebung der Auftreffzone des/der Wasservorhänge aus der Symmetrieachse oder eine Änderung der Drehrichtung des abzukühlenden Formkörpers hatten ebenso keinen nennenswerten Einfluß wie eine Umlenkung des Laminarvorhangs, bei der diesem eine Geschwindigkeitskomponente gegen die Drehrichtung des Formkörpers gegeben wurde.

Beim Zusammentreffen zweier Laminarvorhänge in derselben Auftreffzone kam es sogar zu erheblichen

geringeren Abkühlgeschwindigkeiten. Auch der Einsatz einer zusätzlichen Breitschlitzdüse unterhalb des Formkörpers, die einen dem von oben auftreffenden Laminarvorhang diametral entgegen gerichteten zusätzlichen Wasserschwall gegen die Unterseite des Formkörpers erzeugte, brachte keinen Erfolg.

Schießlich zeigte auch die Veränderung der Fallhöhe des Laminarvorhangs, die um $\pm 30\%$ gegenüber der Standardeinstellung verändert wurde, keinen erkennbaren Einfluß. Die einzig wirksame Größe war die angebotene spezifische Wassermenge. Dabei stellte sich jedoch heraus, daß eine optimale spezifische Wassermenge zu beachten ist, bei deren Überschreitung wieder eine Verminderung der Abkühlgeschwindigkeit eintritt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu dessen Durchführung anzugeben, das eine Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit über das bisher für möglich gehaltene Maß hinaus gestattet bzw. die gleiche Abkühlgeschwindigkeit mit verringertem spezifischem Kühlmittelangebot ermöglicht.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß bei einem gattungsgemäßen Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 angegeben. Eine Vorrichtung zu Durchführung dieses Verfahrens weist die Merkmale des Patentanspruchs 5 und in bevorzugter Ausführung die kennzeichnenden Merkmale von einem oder mehreren der Unteransprüche 6 bis 12 auf.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 5 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen auf ein oberhalb der Leidenfrosttemperatur befindliches Stahlrohr auftreffenden Laminarvorhang herkömmlicher Art,

Fig. 2 den Laminarvorhang gemäß Figur 1 nach Unterschreiten der Leidenfrosttemperatur auf der Rohroberfläche,

Fig. 3 den Abkühlvorgang gemäß Figur 1 ergänzt um das Kühlmittelangebot aus einer Unterdüse,

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Abkühlvorrichtung und

Fig. 5 Meßergebnisse der Abkühlgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Kühlwassermenge für das herkömmliche Verfahren und für zwei erfindungsgemäße Verfahrensformen.

Figur 1 zeigt im axialen Längsschnitt einen auf einer nicht dargestellten Drehvorrichtung im Uhrzeigersinn in Drehung versetzten Formkörper 3 (z.B. ein Stahlrohr), auf dessen oberster Mantellinie ein

aus einer parallel zur Rohrlängsachse angeordneten Breitschlitzdüse 4 austretender Laminarvorhang 5 z.B. aus Wasser auftritt. Es handelt sich um die erste Phase der Abkühlung, bei der sich die Rohroberfläche noch auf relativ hoher Temperatur (oberhalb der Leidenfrosttemperatur) befindet, in der die Abkühlung im größten Teil der Oberfläche des Stahlrohres 3 in Form der Filmverdampfung des auftreffenden Wassers erfolgt. Das bedeutet, daß das Kühlwasser durch einen Dampffilm von der Rohroberfläche abgeschirmt wird, so daß die Abkühlgeschwindigkeit vergleichsweise niedrig ist. Nur im Bereich der Auftrefzone des Laminarvorhanges 5 wird dieser Dampffilm durchschlagen und eine örtlich intensivere Kühlung erzielt. In dieser ersten Kühlphase spritzt das Kühlwasser symmetrisch zu beiden Seiten des Formkörpers 3 in zwei Kühlmittelströmen 5a, 5b weg, die mit dem anströmenden Laminarvorhang 5 einen Winkel γ von weniger als 90° bilden.

Nach dem die Rohroberfläche die Leidenfrosttemperatur unterschritten hat (z.B. unterhalb ca. 280°C), ändert sich das Verhalten der beiden Kühlmittelströme 5a, 5b deutlich. Beide legen sich, wie figur 2 zeigt, über einen Teil der Stahlrohroberfläche an diese an und strömen dann unten schräg nach außen ab.

In dieser zweiten Kühlphase kommt es zu einer Benetzung der Rohroberfläche und daher zu einer wesentlich intensiveren Abkühlung als in der ersten Kühlphase.

In Figur 3 ist der Versuch dargestellt, die niedrige Abkühlgeschwindigkeit der ersten Kühlphase durch das Wasseranglebot aus einer Unterdüse zu erhöhen, die diametral entgegengesetzt zum Laminarvorhang 5 einen Wasserschwall gegen die Rohrunterseite spült. Bei gleicher spezifischer Kühlmittelmenge ergibt sich hierbei jedoch keine schnellere Abkühlung. Die gewünschte Wirkung stellt sich erst ein, wenn der Kühlmittelstrom des Laminarvorhanges 5, wie dies in Fig. 4 exemplarisch für den Kühlmittelstrom 5a gezeigt ist, in der erfindungsgemäßen Weise nach dem Auftreffen auf die Rohroberfläche und seinem seitlichen Ablenken zunächst über die gesamte Länge der Rohres aufgefangen, nach unten umgelenkt und in einem geschlossenen Strom im Seitenbereich des Rohres auf dessen Oberfläche zurückgeführt wird. Das Auftreffen auf die Oberfläche sollte zweckmäßig etwa auf der Höhe der Längsachse des Rohres und möglichst auch in einem etwa senkrechten Winkel der Strömung zur Oberfläche der Rohres erfolgen. Die Wirkung der umgelenkten Kühlmittelströme 5a, 5b ist additiv, d.h. die Abkühlgeschwindigkeit erhöht sich bei der erfindungsgemäßen Behandlung der beiden Teilströme um etwa den doppelten Betrag wie bei nur einem der Kühlmittelströme 5a, 5b. Beide Kühlmittelströme 5a, 5b bringen etwa die gleiche

Wirkung, da diese praktisch unabhängig von der Drehrichtung des abzukühlenden Formkörpers ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung unterscheidet sich von einer herkömmlichen Laminarvorhang-Abkühlvorrichtung dadurch, daß im Seitenbereich parallel zur Längsachse des abzukühlenden rotierenden Formkörpers eine Umlenkvorrichtung angeordnet ist, die im Beispiel gemäß Figur 4 in Form zweier etwa senkrecht aufeinanderstehender Leitbleche 1, 2 ausgeführt ist.

Spiegelbildlich hierzu kann auf der anderen Seite zur weiteren Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit eine entsprechende zweite Umlenkvorrichtung vorgesehen sein. Das Leitblech 1 steht (im Querschnitt gesehen) in einem stumpfen Winkel α zur Strömungsrichtung des seitlich von der Rohroberfläche abgelenkten Kühlmittelstromes 5a, ist also schräg nach unten geneigt.

Dieser Kühlmittelstrom 5a wird daher über die gesamte Länge des Stahlrohres von dem Leitblech 1 aufgefangen und schräg nach unten gelenkt. Am unteren Ende des Leitbleches 1 ist das Leitblech 2 befestigt, dessen freies Ende (im Querschnitt) auf die Oberfläche des Stahlrohres 3 zeigt und zu dieser einen Abstand s aufweist. Das Leitblech 2 endet bevorzugt etwa auf der Höhe der Längsachse des Stahlrohres, also im Bereich der 3-Uhr- bzw. der 9-Uhr-Position und ist in einem Neigungswinkel β von vorzugsweise etwa 30° gegen die Horizontale geneigt. Hierdurch wird der aufgefangene Kühlmittelstrom 5a so umgelenkt, daß er etwa senkrecht auf die Oberfläche des Stahlrohres 3 zurückgeführt wird. Um den gewünschten Erfolg bei der Steigerung der Abkühlgeschwindigkeit zu erzielen, sollte der Abstand s des Leitbleches 2 von der Oberfläche, also die Breite des freien Durchtrittsquerschnittes für das abströmende Kühlmittel kleiner als die Weite w des Spaltes der Breitschlitzdüse 4 sein. Bevorzugt sollte der Abstand s weniger als 80% der Weite w des Spaltes betragen.

Trotz der außerordentlich einfachen konstruktiven Gestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist ihre Wirksamkeit zur Beeinflussung der Abkühlgeschwindigkeit sehr stark. Dies wird anhand der in Figur 5 dargestellten Meßergebnisse deutlich, bei denen für ein Stahlrohr von 176,5 mm Durchmesser und 15 mm Wanddicke bei jeweils gleichem Werkstoff die erreichten Abkühlgeschwindigkeiten in abhängigkeit von der gesamten eingesetzten spezifischen Wassermenge bei konventionellem Wasservorhang und bei erfindungsgemäßer Verfahrensführung gegenübergestellt wurden.

Das Stahlrohr wurde jeweils auf etwa 920°C erwärmt und nach Erreichen einer Ausgangstemperatur von 820°C in den jeweiligen Kühlmittelstrom gebracht und dann bei einer Drehgeschwindigkeit von 80 U/min bis auf eine Abfangtemperatur von

etwa 500 - 400 °C abgeschreckt, um etwaige Verfälschungen durch den Einfluß der drastisch erhöhten Kühlwirkung in der zweiten Kühlphase (unterhalb der Leidenfrosttemperatur) auf jeden Fall sicher ausschließen zu können.

Die Abkühlgeschwindigkeit wurde in der Weise errechnet, daß die Differenz der Anfangstemperatur und der tatsächlich erreichten Abgangtemperatur durch die benötigte Abkühlzeit dividiert wurde.

Bei Abkühlung mit dem konventionellen Laminarvorhang ergab sich, wie die untere Kurve in Figur 5 zeigt, z. B. bei einem Wasserangebot von etwa 150 m³/h (bezogen auf eine Wasservorhanglänge von 5 m) eine Abkühlgeschwindigkeit von rund 20 °C/sek. Durch Erhöhung der Wassermenge auf 50 - 400 m³/h ließ sich dieser Wert auf maximal 27 - 28 °C/sek steigern. Eine weitere Erhöhung der Wassermenge führte zu einem Absinken der Abkühlgeschwindigkeit. Die erfindungsgemäße Verwendung einer einzigen Umlenkvorrichtung, d.h. die Umlenkung nur eines der beiden zur Seite spritzenden Teilströme des Kühlmittels brachte bei einer Wassermenge von 150 m³/h, wie die mittlere Kurve ausweist, bereits den Kühleffekt, der sonst im günstigsten Fall mit 350 - 400 m³/h erreichbar war. Die maximale Abkühlgeschwindigkeit lag für diesen Fall bei etwa 32 - 33 °C/sek und stellte sich bei einer spezifischen Wassermenge von 350 - 400 m³/h ein. Wie die obere Kurve in Figur 5 ausweist, konnte durch eine zweite Umlenkvorrichtung die Abkühlgeschwindigkeit in entsprechender Weise nochmals auf Werte von ca. 34 °C/sek bzw. ca. 38 °C/sek erhöht werden. Im vorliegenden Beispiel konnte die Abkühlgeschwindigkeit also durch eine sehr einfache Maßnahme um bis zu rund 70 % gegenüber der konventionellen Methode gesteigert werden, ohne daß dabei zusätzliche Kühlwassermengen aufgewendet werden mußten.

Ansprüche

1. Verfahren zur beschleunigten Abkühlung eines erwärmten, sich um seine horizontale Längsachse drehenden zylindrischen Formkörpers aus Metall, insbesondere eines Stahlrohres, bei dem ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere Wasser, von oben in Form eines zur Längsachse parallelen Laminarvorhangs auf den Formkörper etwa im Bereich seiner obersten Mantellinie auftrifft, dadurch gekennzeichnet, daß zur Intensivierung des Kühleffektes während der ersten Kühlphase, in der die Oberflächentemperatur des Formkörpers nach oberhalb der Leidenfrosttemperatur liegt, das nach dem Auftreffen auf der Oberfläche des Formkörpers seitlich wegspritzende Kühlmittel zumindest auf einer Seite des Formkörpers entlang seiner gesamten Länge auf-

gefangen, nach unten umgelenkt und in einem geschlossenen Strom im Seitenbereich des Formkörpers auf dessen Oberfläche zurückgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der seitlich wegspritzende Kühlmittelstrom auf beiden Seiten des Formkörpers zurückgeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet

daß der Kühlmittelstrom jeweils etwa mit senkrechter Auftreffrichtung auf die Oberfläche des Formkörpers zurückgeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis ,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Kühlmittelstrom in axialer Richtung des Formkörpers gesehen etwa im Bereich der 3-Uhr-Position und/oder 9-Uhr-Position auf die Oberfläche zurückgeführt wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einer Breitschlitzdüse (4) zur Erzeugung eines von oben fallenden Laminarvorhangs (5) eines flüssigen Kühlmittels und mit einer unter der Breitschlitzdüse (4) angeordneten Drehvorrichtung für den abzukühlenden Formkörper (3),

dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest auf einer Seite des abzukühlenden Formkörpers (3) parallel zu dessen Längsachse und mindestens über dessen gesamte Länge eine Umlenkvorrichtung (1, 2) angeordnet ist, die in der Weise geformt und ausgerichtet ist, daß im Anlagenbetrieb der auf dieser Seite nach außen wegspritzende Kühlmittelstrom (5a bzw. 5b) aufnehmbar, an ihrer dem Formkörper (3) zugewandten Innenseite nach unten führbar und auf die Oberfläche des Formkörpers (3) umlenkbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß auf beiden Seiten des abzukühlenden Formkörpers (3) eine Umlenkvorrichtung (1, 2) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Umlenkvorrichtung (1, 2) an ihrem unteren Ende einen Abstand s zur Oberfläche des abzukühlenden Hohlkörpers (3) beläßt, der kleiner ist als die Weite w der Breitschlitzdüse (4) zur Erzeugung des Laminarvorhangs (5).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Abstand s maximal 80 % der Weite w der Breitschlitzdüse (4) beträgt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Umlenkvorrichtung (1, 2) im Querschnitt des abzukühlenden Formkörpers (3) gesehen in der Nähe der 3-Uhr- und/oder der 9-Uhr-Position endet.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,
daß die Umlenkvorrichtung (1, 2) in Form einer um
die Längsachse gekippten Rinne durch zwei etwa
senkrecht zueinander stoßende ebene Leitbleche
(1, 2) gebildet ist.

5

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

dadurch gekennzeichnet,
daß das untere Leitblech (2) senkrecht zur Dreh-
achse des Formkörpers (3) eine Neigung β von
weniger als 80° gegenüber der Horizontalen auf-
weist.

10

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,
daß der Neigungswinkel β ungefähr 30° beträgt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

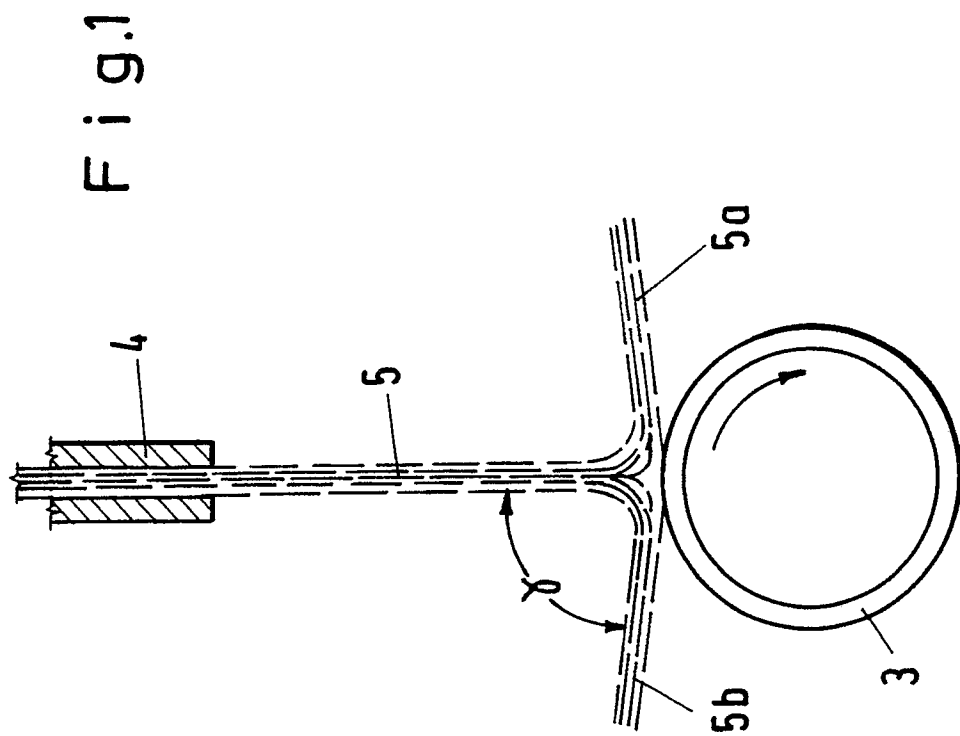
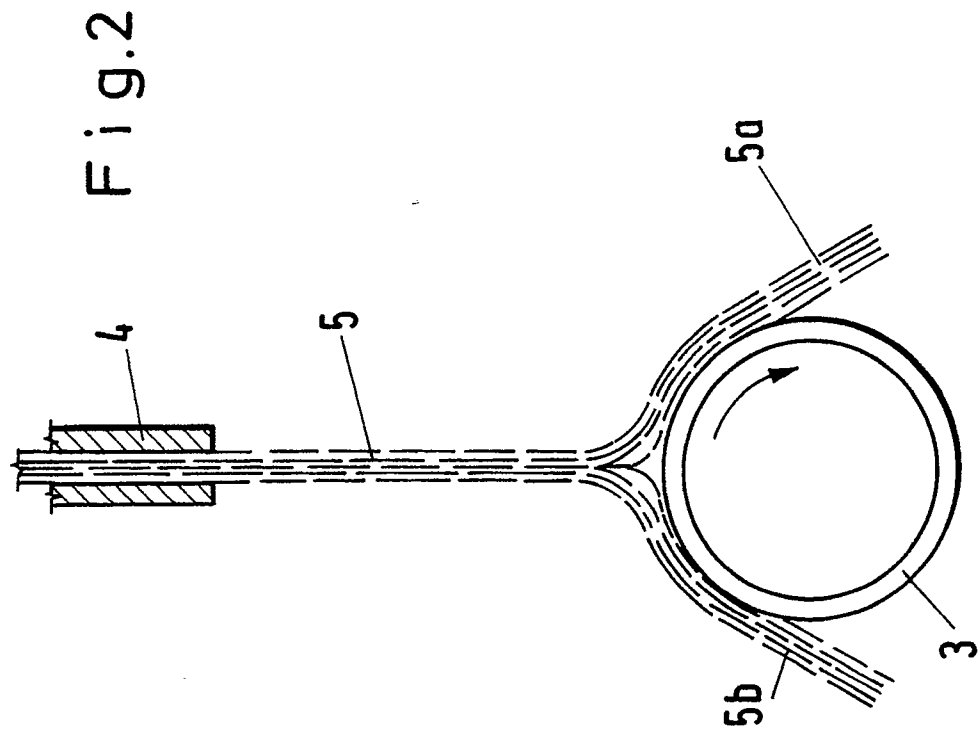


Fig.4

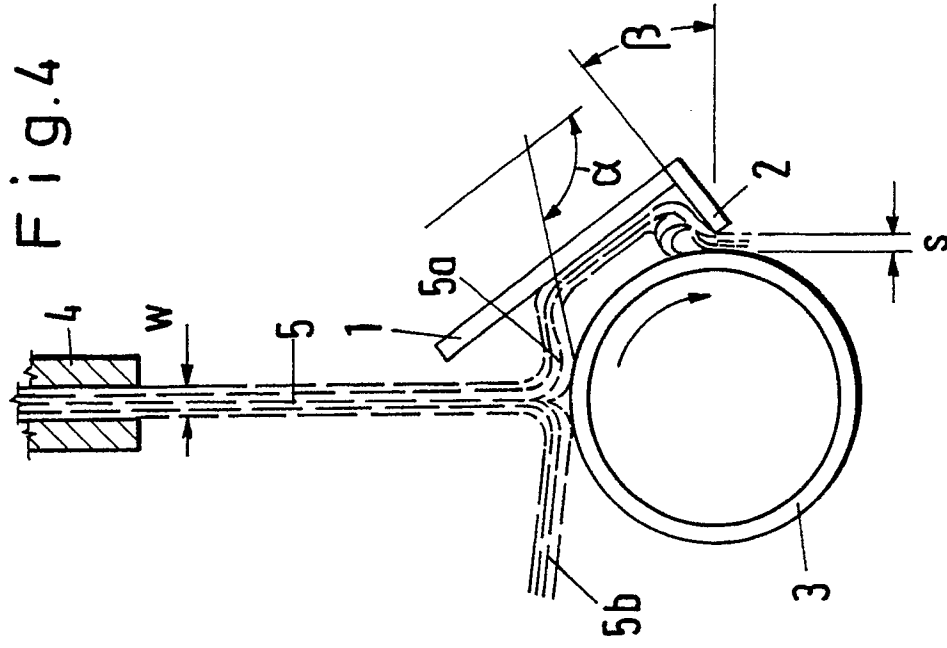


Fig.3

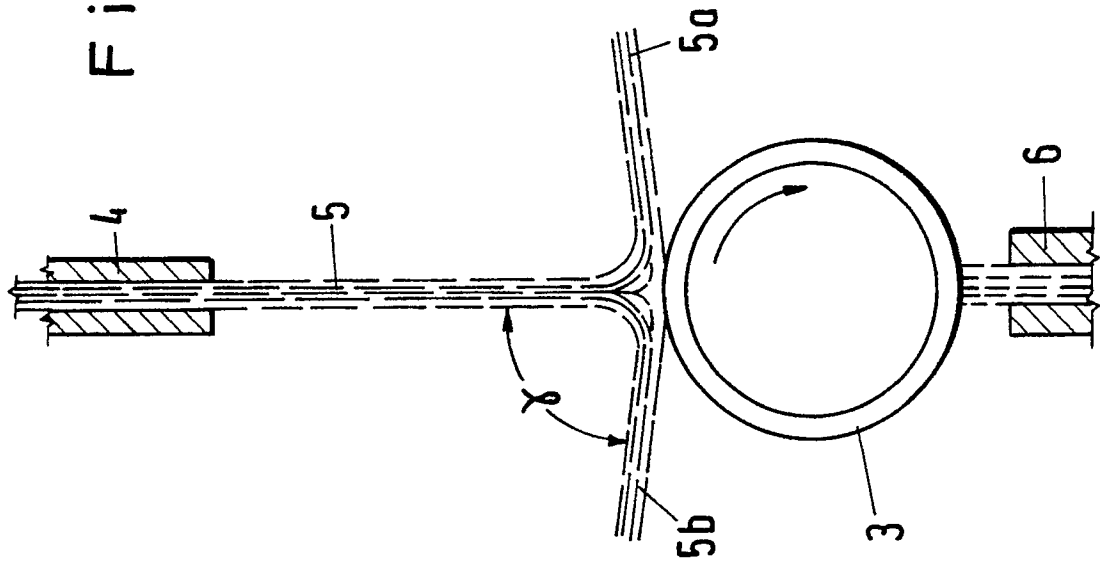


Fig.5

