

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

②¹ Anmelde­nummer: 86106102.6

⑤¹ Int. Cl.4: **B22D 11/10**

②② Anmeldetag: 03.05.86

③ Priorität: 10.05.85 CH 2005/85

④³ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.12.86 Patentblatt 86/46

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE DE FR GB IT LU NL SE

⑦1 Anmelder: Olsson, Erik A.
Rotfluhstrasse 15
CH-8702 Zollikon(CH)

(72) Erfinder: Olsson, Erik A.
 Rotfluhstrasse 15
 CH-8702 Zollikon(CH)

74 Vertreter: **EGLI-EUROPEAN PATENT
ATTORNEYS**
Horneggstrasse 4
CH-8008 Zürich(CH)

54 Verfahren zum kontinuierlichen Giessen metallischer Produkte.

⑤7) Beim kontinuierlichen Giessen mit einer Durchlaufkokille (1) wird die sich durch den Giessspiegel - (5) der Metallschmelze bildende natürliche Begrenzungslinie (6) der Benetzung, die auch der Beginn der Erstarrungsfront (7) des Stranges ist, durch ein elektromagnetisches Wechselfeld von der Kokillwand (3) örtlich ferngehalten. Dadurch wird dort die Bildung der Erstarrungsfront (7) verzögert. Die den frühzeitig erstarrten Bereichen benachbarten, ferngehaltenen und damit später erstarrenden Bereiche weisen eine plastische Verformbarkeit auf, welche die bei bekannten Durchlaufkokillen auftretenden Risse parallel zur Giessrichtung praktisch ausschliessen.

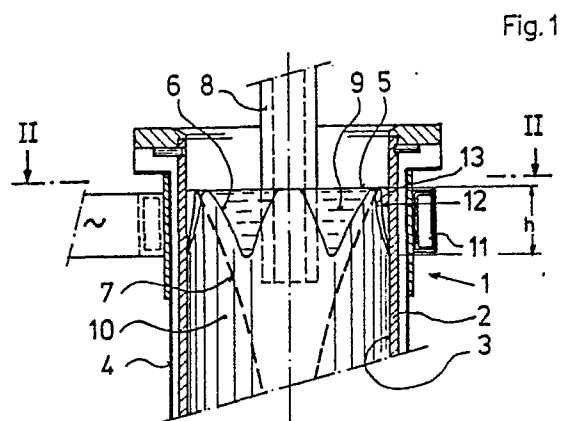


Fig. 1

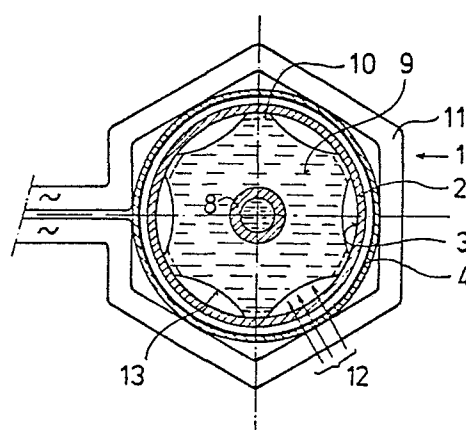


Fig. 2

Verfahren zum kontinuierlichen Giessen metallischer Produkte.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontinuierlichen Giessen metallischer Produkte, die frei sind von bestimmten Oberflächenfehlern.

Ein grosser Teil der auf Oberflächen kontinuierlich gegossener Produkte auftretenden Fehler besteht aus Rissen in der primär erstarrenden Kruste, deren Ursache in einer Behinderung der natürlichen Schrumpfung bei der Abkühlung zu suchen ist. Mitbestimmende Faktoren sind dabei eine zu hohe Reibung zwischen der Kruste und der formgebenden Wand, sowie der auf die Kruste wirkende statische Druck des Metalls, wie es typisch ist beim Giessen sowohl in offene, als auch in geschlossene Formen. Ein Aufreissen der Kruste kann in allen Richtungen stattfinden, in denen die Schrumpfung behindert ist, es sei denn, dass die Dehnbarkeit des Materials bei den entsprechend hohen Temperaturen genügend wäre, um solche Risse gar nicht entstehen zu lassen. Dies ist aber in den meisten Fällen nicht zu erwarten.

Beim konventionellen Stranggiessen mit offenen Durchlaufkokillen ist die Gefahr des Auftretens von quer zur Giessrichtung verlaufenden Rissen in der Kruste verhältnismässig gering, weil vorbeugende Massnahmen getroffen werden können. Dazu gehören die Anwendung eines geeigneten Gleitmittels auf der formgebenden Wand in Kombination mit einer Hin- und Herbewegung der Kokille oder einem schrittweisen Ausziehen des Stranges aus der stationären Kokille. Eine besondere Art der Kokillenbewegung besteht darin, dass ihr in Giessrichtung ein Vorlauf gegenüber dem Strangabzug vermittelt wird. Dadurch können bereits entstandene Querrisse geheilt werden. Die gleiche Wirkung hat eine jeweilige, kleine Rückwärtsbewegung des Stranges zwischen zwei schrittweisen Ausziehbewegungen im Falle der stationären Kokille.

Einer Rissbildung in der Kruste längs zur Giessrichtung des Stranges infolge des ständig zunehmenden statischen Druckes in dessen Inneren versucht man mit mehr oder weniger Erfolg durch die Verwendung von leicht konischen Kokillen beizukommen. Da aber die verschiedenen Metalle und Metalllegierungen unterschiedliche Schrumpfmassen haben und ausserdem die Schrumpfung je nach Giess Temperatur und Giessgeschwindigkeit sehr unterschiedlich sein kann, ist es nahezu unmöglich, die optimale Konizität der Kokille zu bestimmen. Ein Strang mit zu geringem Schrumpfmass im Vergleich zur Konizität der Kokille würde in dieser stecken bleiben und im schlimmsten Fall sogar abreißen. Beim Stranggiessen von Brammen mit grossen Breitseiten beispielsweise spielt die Reibung zwischen der Kruste und den formgebenden

Wänden eine übergeordnete Rolle. Die Kruste kann sich unter der Einwirkung des statischen Druckes wegen ihrer Flexibilität zwar ausbauchen und dadurch den Kontakt mit der Kokille meistens über deren ganzen Länge erhalten, aber gerade deswegen steigt die Reibung, welche der natürlichen Schrumpfung entgegensteht, an. Im Gegensatz dazu sind Krusten bei Strängen von rundem, ovalem oder solchen mit polygonalem Querschnitt mit grossen Eckenradien, gezwungen, sich zu dehnen, um den Kontakt mit der Kokille zu finden. Dies führt wiederum zur Entstehung von Längsrissen.

Bei einem Aufreissen der Kruste, solange sich diese innerhalb der Kokille befindet, wird der Riss oft wieder mit nachfliessender Schmelze gefüllt, die unter Umständen bis zur Kokillenwand vordringen kann und dort erstarrt. Dieser Vorgang hinterlässt aber eine Narbe an der Strangoberfläche, welche mittels geeigneter Massnahmen, z.B. Schleifen, Meisseln etc. entfernt werden muss. Am häufigsten bleibt aber der Riss offen, was je nach dessen Tiefe und Ausbreitung mit den genannten Massnahmen nicht immer korrigierbar ist. Der betreffende Strangabschnitt muss dann verschrottet werden. Ein Riss in der Kruste, ob geheilt oder offen, bedeutet aber immer eine Schwachstelle. Wenn diese aus der Kokille austritt und demzufolge eine äussere Abstützung fehlt, passiert sehr oft ein Durchbruch von Schmelze durch diese Schwachstelle, mit einem Abbruch des Giessens und kostspieligen Instandsetzungsarbeiten als Folgen davon.

Beim Giessen von dünnen Schichten auf umlaufenden, gekühlten Walzen und Bändern oder dergleichen, wie es aus dem Stande der Technik in ausreichendem Masse bekannt ist, bestehen bezüglich Oberflächenfehler gleichbedeutende Probleme wie beim voranstehend erwähnten konventionellen Stranggiessen. Der statische Druck des Metalls auf die erstarrende Kruste ist hier zwar meistens von untergeordneter Bedeutung. Umso mehr spielt die geforderte Breitenausdehnung an dünnen Schichten eine dominierende Rolle. Der Absolute Wert der Schrumpfung (Schrumpfmass) hängt selbstverständlich davon ab, wie breit das gegossene Produkt sein soll. Dennoch, und gerade weil das Einbringen eines Gleitmittels zwischen erstarrender Kruste und der Kühlfläche zwar nicht ausgeschlossen werden kann, aber technisch sehr aufwendig ist, besteht hier keine Gewähr für eine freie Schrumpfung der Schicht quer zur Giessrichtung. Eine allfällige Schwachstelle ist durch die mitwandernde Kühlfläche, welche die Schicht bis zu deren vollständigen Erstarrung begleitet, zwar in

den meisten Fällen ausreichend abgesichert, sodass ein eigentliches Durchbrechen von Schmelze hier kaum auftritt. Trotzdem führen Oberflächenfehler in der Art von Rissen zu Ausschussmaterial, weil an eine Beseitigung der Fehler mittels Meisseln und Schleifen aus einleuchtenden Gründen nicht zu denken ist.

Mit der CH-Patentschrift 604 970 ist ein Verfahren bekannt geworden, bei dem die Ausbreitung der Schmelze an einer Formwand, d.h. Kühlwand, durch die Anwendung elektromagnetischer Kräfte gesteuert wird. Diese Massnahme dient aber ausschliesslich dem Ziel, beim Giessen von metallischem Bandmaterial ein Eindringen von Schmelze in den Spalt zwischen den stationären Seitenwänden und der Formwand zu vermeiden.

Allen bekannten, kontinuierlichen Giessverfahren, ob konventioneller Art mittels Durchlaufkokillen oder durch Giessen von dünnen Schichten auf umlaufende Kühlflächen haben die Eigenschaft, dass die Benetzung der Kühlfläche durch das Metall dort eine natürliche, von der Schwerkraft bestimmte Begrenzungslinie quer zur Giessrichtung aufweist, wo mechanische Begrenzungselemente fehlen. Dabei ist die Begrenzungslinie identisch mit dem Beginn der sich in Giessrichtung erstreckenden Erstarrungsfront. Insbesondere beim Giessen in Durchlaufkokillen kann die Kühlwirkung der einzelnen Kühlflächen -auch wenn die Begrenzungslinie optimal verläuft -sehr unterschiedlich sein, sobald die Anliegeverhältnisse der Kruste an den Kühlflächen nicht gleichmässig sind. Es wird in diesem Zusammenhang speziell auf horizontale oder -schrägliegende, sowie auf vertikale Kokillen, bei denen die Fluchtung der Kühlflächen zum Kaliber der nachfolgenden Stützrollen nicht stimmt, hingewiesen. In Kenntnis dieser Zusammenhänge wird beim Betrieb bestehender und bei der Konstruktion neuer Anlagen jedes Risiko, fehlerhaftes Material zu produzieren, dadurch umgangen, dass deren inhärente Kapazität nicht voll ausgenützt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, beim kontinuierlichen Giessen metallischer Produkte die Entstehung von Oberflächenfehlern in der Art von Rissen, oder Narben von mit Schmelze wieder aufgefüllten Rissen, zu vermeiden, und darüber hinaus die Betriebssicherheit solcher Anlagen und deren Produktivität zu erhöhen.

Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Begrenzungslinie zwischen Schmelze und Kühlfläche quer zur Giessrichtung und in der Ebene der Kühlfläche eine, vom natürlichen Verlauf abweichende Konfiguration vermittelt wird. Die Begrenzungslinie soll zumindest eine Schräge zur Senkrechten der Giessrichtung einschliessen. Weitere bevorzugte Formen der Be-

grenzungslinie sind Zick-zack oder Wellen. Die bei der Erstarrung entstehenden Spannungen in der Kruste haben nun nicht mehr eine ausgeprägte, quer zur Giessrichtung verlaufende Richtung, was normalerweise zu Längsrissen führt. Der Schrumpfungsvorgang spielt sich vielmehr auf einer längeren als der der Senkrechten zur Giessrichtung entsprechenden Strecke ab, so dass eine Dehnung der Kruste über das zulässige Mass hinaus vermieden wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren ist nachfolgend anhand von mehreren in der Zeichnung - schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen von Vorrichtungen zu dessen Durchführung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1, ein Längsschnitt durch eine Durchlaufkokille nach einem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 2, die Durchlaufkokille nach Fig. 1 im Schnitt entlang der Linie II-II.

Fig. 3, ein Längsschnitt durch eine Vorrichtung mit umlaufender Kühlfläche nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig. 4, die Vorrichtung nach Fig. 3 in Draufsicht.

Fig. 5, eine Draufsicht einer Vorrichtung ähnlich Fig. 4 als weiteres Ausführungsbeispiel.

Fig. 6 a + b, Bevorzugte Formen der Begrenzungslinie.

Mit der in Fig. 1 und 2 dargestellten Vorrichtung wird in einer konventionellen, offenen Durchlaufkokille ein Strang von kreisrundem Querschnitt erzeugt. Die Kokille 1 besteht zur Hauptsache aus einem Kupferrohr 2 mit der Kühlfläche 3 und einem dieses umschliessenden Wassermantel 4. Der Giessspiegel ist mit 5, die Begrenzungslinie der Benetzung der Kühlfläche 3 durch das Metall mit 6, was gleichbedeutend ist mit dem Beginn der Erstarrungsfront 7, bezeichnet. Die durch ein Giessrohr 8 der Kokille zugeführte Schmelze 9 erstarrt im Kontakt mit der Kühlfläche 3. Wo kein solcher Kontakt vorhanden ist, wird die Bildung einer Kruste 10 zumindest verzögert. Ein in geeigneter Weise um die Kokille 1 herumgeführter elektrischer Leiter 11 erzeugt ein elektromagnetisches Wechselfeld, welches die Schmelze 9 in vorbestimmten Bereichen von der Kühlfläche 3 fernhält. Da die Abstosskraft des Magnetfeldes -in Richtung der Pfeile 12 wirkend-einigermaßen konstant ist, der

statische Druck der Schmelze mit dem Abstand h vom Giessspiegel aber zunimmt, nähern sich die durch die Linien 13 dargestellten Schmelzenfronten sukzessive der Kühlfläche 3, bis zur eigentlichen Berührung. Der Beginn der Krustenbildung erfolgt also nicht wie bis anhin auf einer senkrecht zur Giessrichtung verlaufenden Ebene, sondern entlang einer abweichenden, gesteuerten Begrenzungslinie 6, deren höchste und tiefste Punkte innerhalb einer, dem Abstand h etwa entsprechenden Breite liegen. Die Kruste erhält dadurch in den frühzeitig erstarrten Bereichen eine ausreichende Festigkeit und in den später erstarrten Bereichen eine plastische Verformbarkeit, die das Risiko für die Entstehung von Rissen parallel zur Giessrichtung praktisch ausschliessen. Ausserdem wird die Totalzeit des Kontaktes der Kruste mit der Kühlfläche verlängert, was ein schnelleres Wachstum der Krustendicke zur Folge hat und damit höhere Giessleistungen erlaubt.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine Vorrichtung mit einer umlaufenden Kühlfläche 20 in Form eines, von einem Walzenpaar 21a, 21b angetriebenen und geführten Bandes 22 zur Herstellung einer sehr dünnen Schicht 23. Die Schmelze 24 erstarrt praktisch sofort bei der Berührung der Kühlfläche zu einem Produkt geringer Dicke. Dieser Vorgang impliziert eine momentane Schrumpfung der Schicht 23, deren Kräfte in Anbetracht der Reibung zwischen der Schicht und der Kühlfläche 20 normalerweise zu Längsrissen führt. Das Ausführungsbeispiel zeigt des weiteren einen Trichter 25, der zur Zuführung und zur gleichmässigen Verteilung der Schmelze 24 über die Breite des Bandes 22 dient, wobei dessen Wände 26, 27, 28, die Begrenzung der Benetzung der Kühlfläche 20 gewährleisten. Die Begrenzungslinie 29, identisch mit der der Giessrichtung abgekehrten Wand, ist vorzugsweise schräg zur Senkrechten der Giessrichtung angeordnet. Allein dadurch kann das Risiko der Entstehung von Längsrissen in den meisten Fällen völlig ausgeschlossen werden, weil die Schrumpfung der in Entstehung begriffenen Schicht in einem Winkel zur Begrenzungslinie 29 verläuft. Selbstverständlich kann die Begrenzungslinie eine Form nach der Linie 30 haben, gleich oder ähnlich wie in den Fig. 6a, 6b verdeutlicht.

In Anlehnung an das voranstehend beschriebene Ausführungsbeispiel wird gemäss Fig. 5 eine Anordnung vorgeschlagen, bei welcher der Trichter 31 pfeilförmig gestaltete Wände 32, 33, 34, 35 zur Begrenzung der Benetzung der Kühlfläche 36 durch die Schmelze 37 aufweist. Es wird daraus klar ersichtlich, dass die Schrumpfung

fähigkeit des Materials wesentlich verbessert wird, wenn die Begrenzungslinie länger ist als die senkrecht zur Giessrichtung gemessene Breite der Schicht.

5 Zur Bestimmung der Begrenzungslinie kann, analog zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 und 2, auch hier ein elektrischer Leiter 38 zur Erzeugung eines elektromagnetischen Wechselfeldes in geeigneter Weise angeordnet werden. Zur Steuerung der Abstosskraft sind Mittel zur Regulierung von Stromstärke und/oder Frequenz vorgesehen. 10 Ebenso kann der elektrische Leiter 38, zur Erreichung des gleichen Ziels, in Bezug auf die Schmelze und die Kühlfläche einstellbar angeordnet sein. 15

Die Fig. 6a und 6b schliesslich zeigen weitere, bevorzugte Begrenzungslinien 40, 41, die sowohl beim Giessen von dünnen Schichten als auch beim konventionellen Giessen in offene Durchlaufkokillen zur Vermeidung von Längsrissen zweckmässig sind. Es ist dabei unerheblich, ob die Begrenzungslinie durch entsprechend geformte elektrische Leiter (11 in Fig. 1 und 2, 38 in Fig. 3 bis 5) oder durch die Kontur der Wände selbst (29, 30 in Fig. 4, 20 34 in Fig. 5) bestimmt wird. Beide Mittel sind in gleicher Weise tauglich, die Benetzung der Kühlfläche durch das Metall im Sinne der Erfindung zu beeinflussen. 25

Die Kühlfläche 42 ist als ebene Fläche oder als Abwicklung der Kühlfläche einer polygonalen oder runden Durchlaufkokille zu verstehen. Allerdings ist es nur beim Giessen auf einer umlaufenden Kühlfläche von Bedeutung, dass die der Giessrichtung zugewandten Wände 43, 44 als Negative zur gegenüberliegenden Wand ausgestaltet sind. Damit wird sichergestellt, dass die Erstarrungsstrecken s_1 , s_2 und damit die Erstarrungszeiten jedes Längenabschnittes gleich bleiben und eine Schicht von gleicher Dicke entsteht. Die Erstarrungsstrecken s_1 , s_2 können unter Umständen eine Ausdehnung von nur wenigen Millimetern haben, besonders dann, wenn sehr dünne Schichten mit extrem kurzen Durcherstarrungszeiten gegossen werden, zum Beispiel bei der Erzeugung eines Materials mit amorpher Struktur. 30 35 40 45

Ansprüche

50 1. Verfahren zum kontinuierlichen Giessen metallischer Produkte, wobei die Schmelze auf einer Kühlfläche zur Erstarrung gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Begrenzungslinie zwischen Schmelze und Kühlfläche quer zur Giessrichtung und in der Ebene der Kühlfläche eine, vom natürlichen Verlauf abweichende Konfiguration 55

vermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzungslinie mindestens eine Schräge zur Senkrechten der Giessrichtung einschliesst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Begrenzungslinie eine Zickzack-oder Wellenform vermittelt wird.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit Wechselstrom gespeister Leiter die Konfiguration der Begrenzungslinie bestimmt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Einstellung von

Stromstärke und/oder Frequenz vorgesehen sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Leiter relativ zur Kühlfläche einstellbar angeordnet ist.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass beim Giessen einer dünnen Schicht auf einer umlaufenden Kühlfläche die Begrenzungslinie von der, der Giessrichtung abgewendeten Wand des Trichters bestimmt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenüberliegende, in Giessrichtung weisende Wand eine Konfiguration aufweist, die das Negativ der Begrenzungslinie der anderen Wand bildet.

20

25

30

35

40

45

50

55

5

Fig. 1

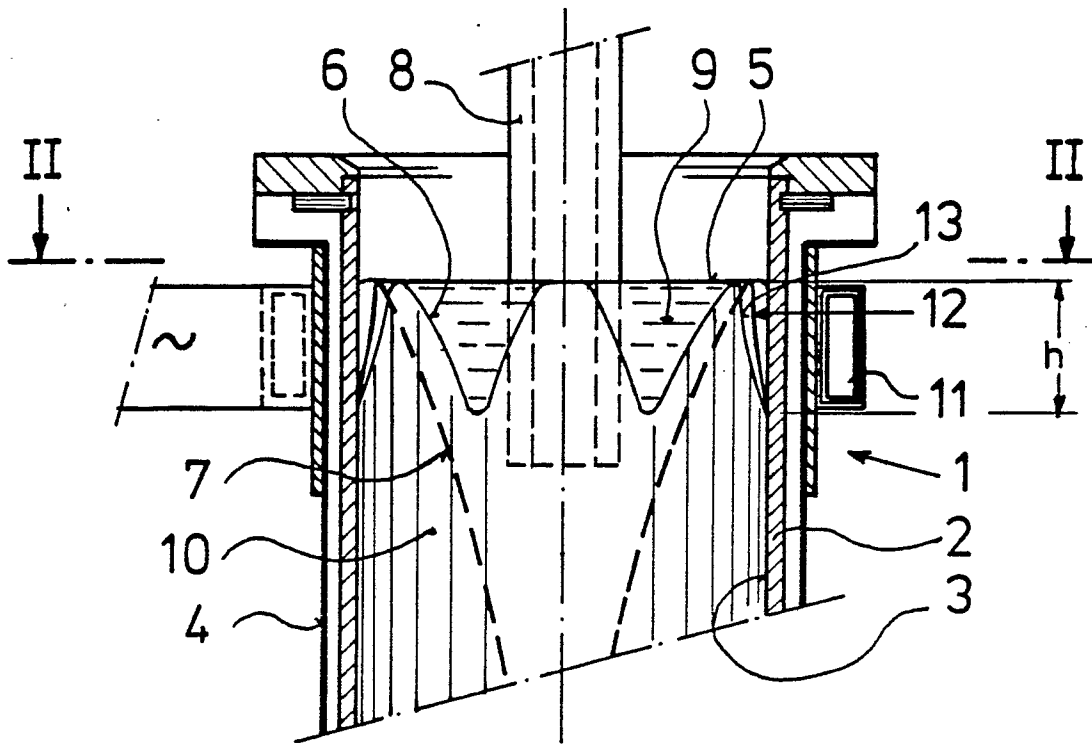
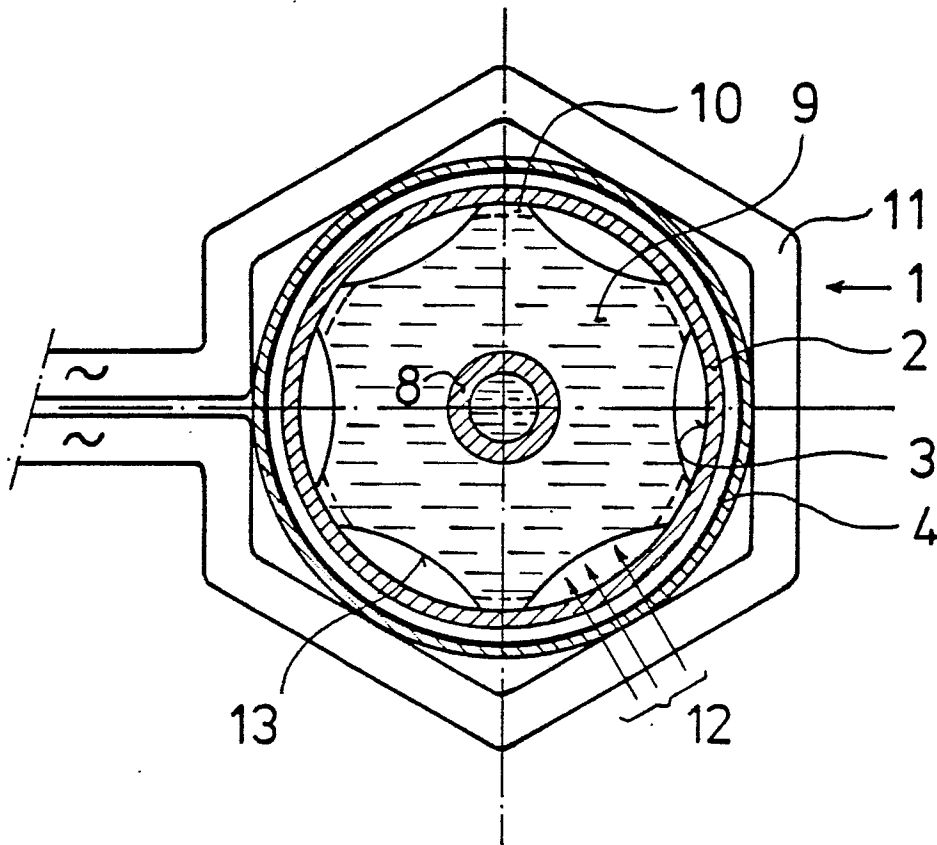


Fig. 2



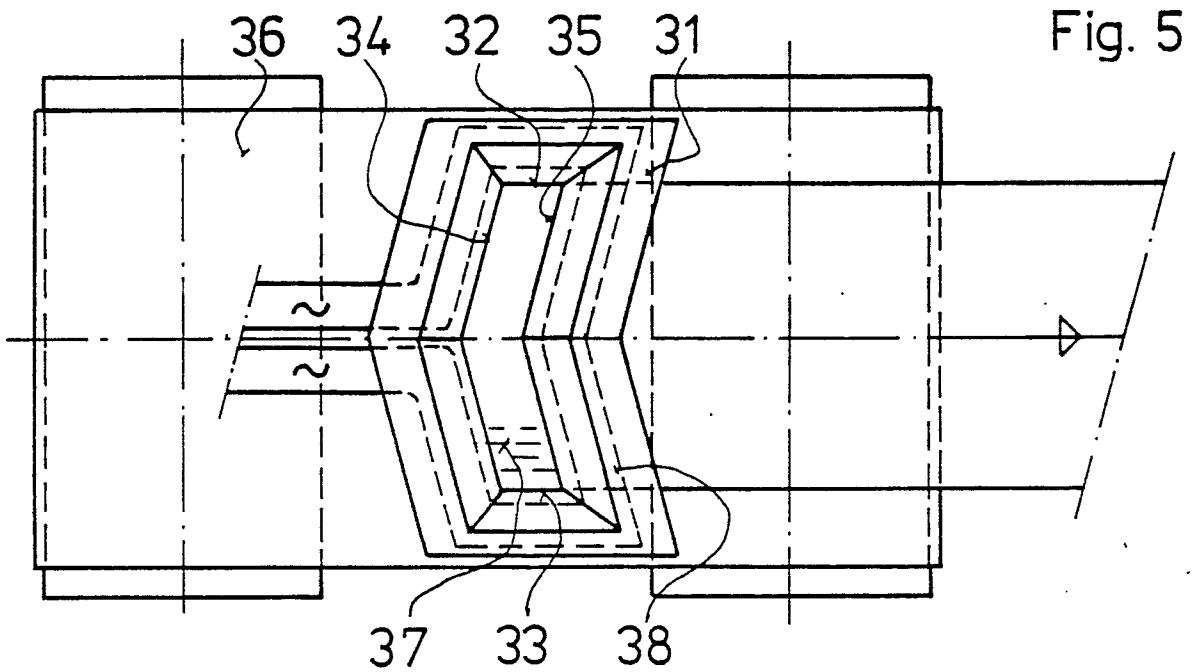
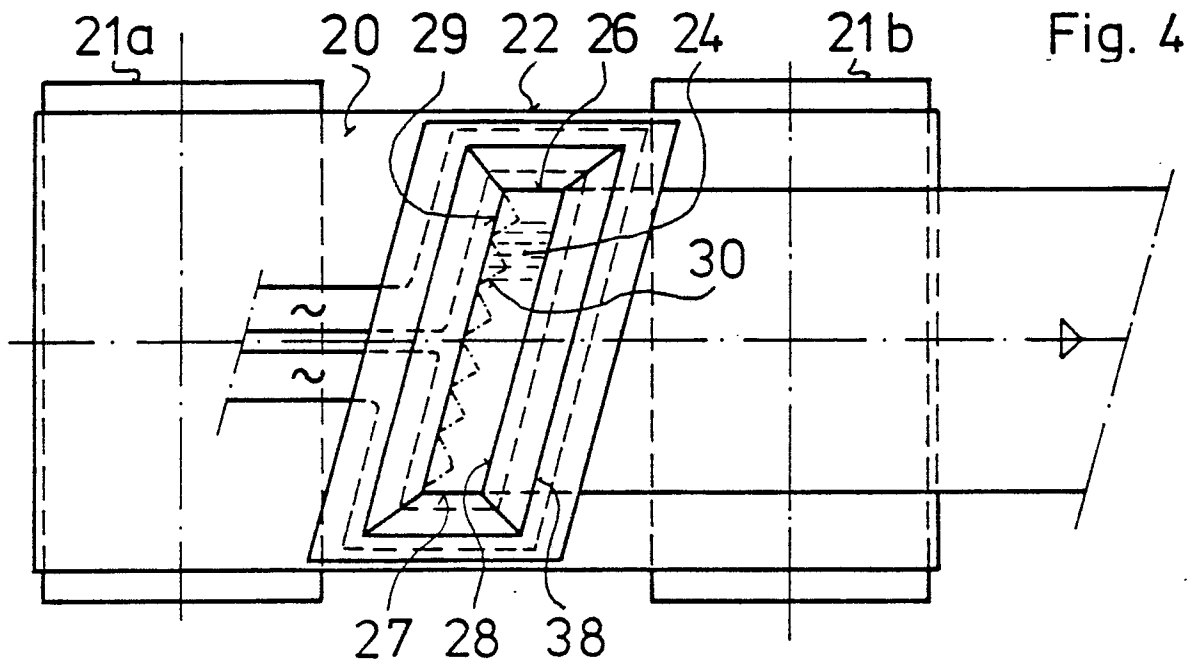
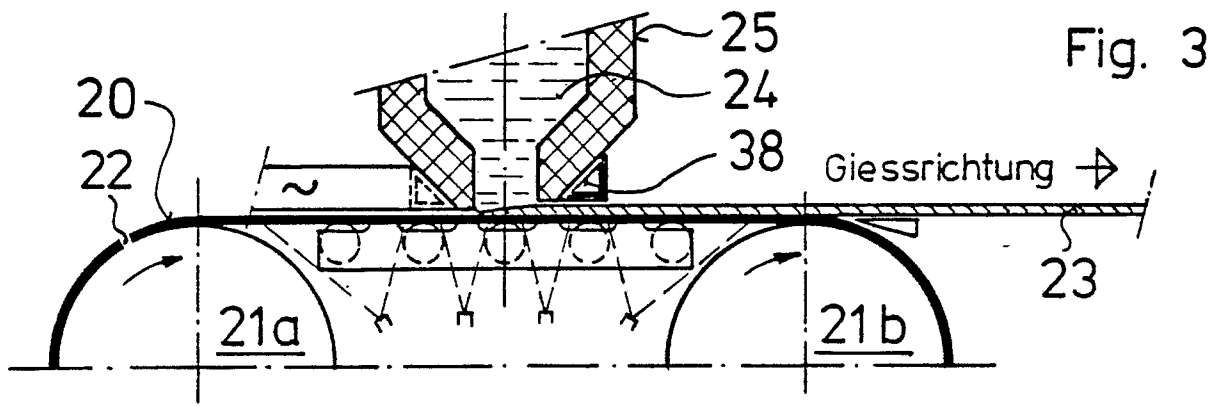


Fig. 6a

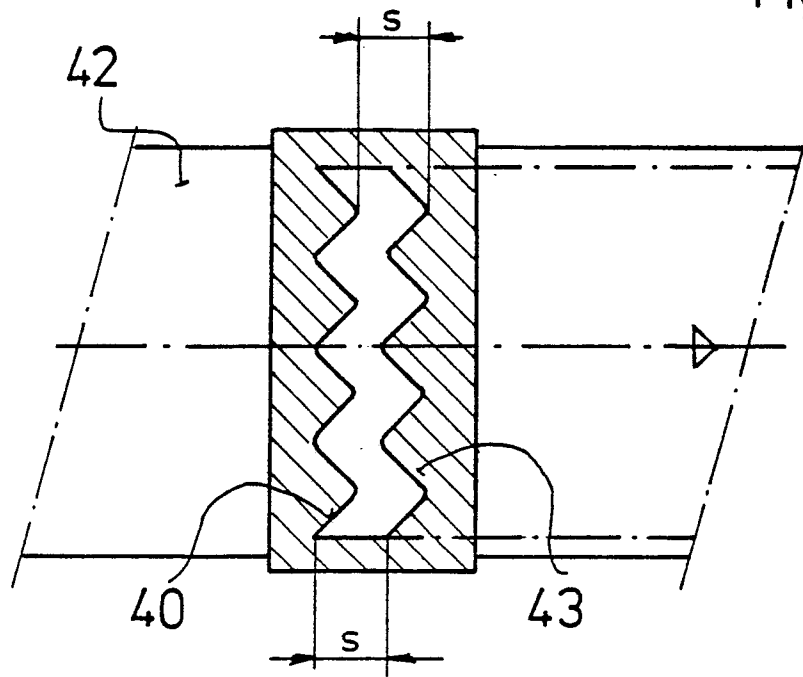
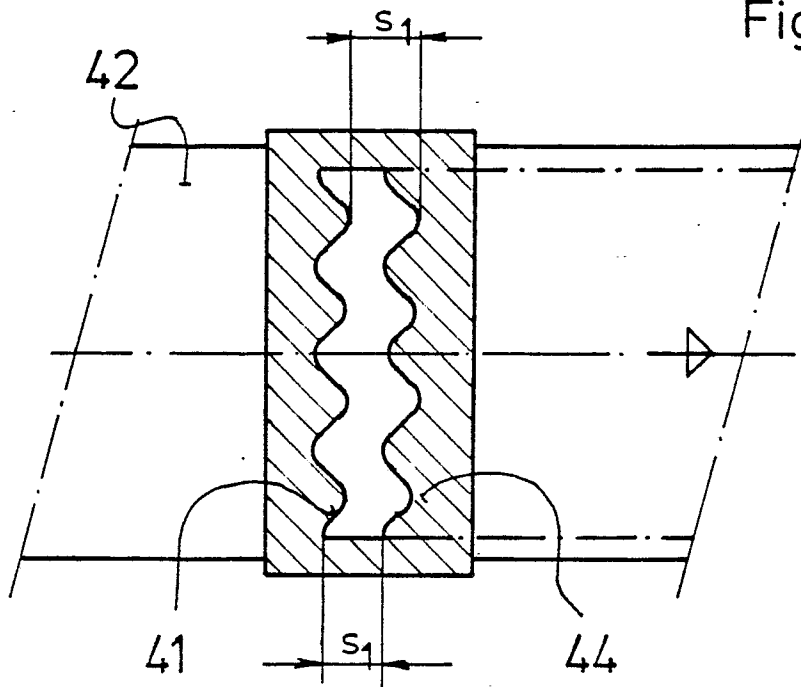


Fig. 6 b





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	DE-B-1 095 999 (BÖHLER) * Insgesamt *	1, 4, 5	B 22 D 11/10
X	--- DE-C- 911 425 (JUNGHANS) * Seite 2, rechte Spalte *	1, 4	
X	--- FR-A-2 391 014 (IRSID) * Figur 2; Seiten 3, 4 *	1, 2, 4	
X	--- LU-A- 83 988 (ARBED) * Figur 2; Seite 3 *	1, 4	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 11-06-1986	Prüfer STEIN K.K.
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			