PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : B22D 11/06, 11/00, 27/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/23187

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. November 1993 (25.11.93)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH92/00096

(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Mai 1992 (18.05.92)

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US):* FEICHTINGER, Ilse, H. [CH/CH]; Im Bad 1, CH-8128 Hinteregg (CH).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US) :* FEICHTINGER, Heinrich, K. [CH/CH]; FEICHTINGER, Derek, H. [CH/CH]; Im Bad 1, CH-8128 Hinteregg (CH). SPEIDEL, Markus, O. [CH/CH]; Seilersgrabeweg 6, CH-5413 Birmenstorf (CH).

(74) Anwalt: R.A. EGLI & CO.; Horneggstraße 4, CH-8008 Zürich (CH).

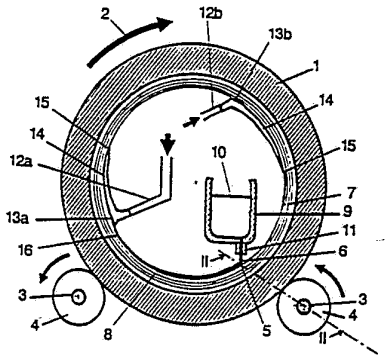
(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CS, JP, RU, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LU, MC, NL, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR PRODUCING METAL STRIP AND LAMINATES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON BÄNDERN UND VERBUNDKÖRPERN AUS METALL

(57) Abstract



A stream (6) of superheated molten metal is deposited from a container (9), in a consolidated form by means of a pouring nozzle or separated into drops by a gaseous medium, at a casting point (5) on the inner surface of a wound strip or laminate rotating in and together with a mould (1). An initially liquid metal film (8) is thus produced to which a fluid coolant, preferably a deep-cooled liquefied gas such as argon or nitrogen, is applied from a cooling nozzle (12) at a cooling station (13) staggered in the direction of rotation in relation to the casting point (5), by means of which a substantial proportion of the superheating and melting heat of the metal film (8) is largely dissipated by evaporation. Depending on the residual heat reamining after the cooling cycle, the metal film (8) remains either insulated from the previously applied innermost metal layer (7), thus producing a strip, or melts with it, thus forming a substantially rotation-symmetrical laminate.

(57) Zusammenfassung

. Ein Strahl (6) überhitzter Metallschmelze wird aus einem Behälter (9) durch eine Giessdüse (11) geschlossen oder auch mittels eines gasförmigen Mediums in Tropfen aufgespalten an einer Giessstelle (5) auf die Innenfläche eines in einem Formkörper (1) mitrotierenden Bandwickels oder Verbundkörpers aufgebracht und so ein anfänglich flüssiger Metallfilm (8) erzeugt, auf welchen an einer in Drehrichtung gegenüber der Giessstelle (5) versetzten Kühlstelle (13) aus einer Kühldüse (12) ein flüssiges Kühlmittel, vorzugsweise ein tiefkaltes verflüssigtes Gas wie Argon oder Stickstoff, aufgebracht wird, welches einen wesentlichen Teil der Überhitzungs- und Schmelzwärme des Metallfilms (8) grossenteils durch seine Verdampfung abführt. Der Metallfilm (8) bleibt, je nach der Restwärme, die ihm nach dem Kühlvorgang verblieben ist, entweder von der zuvor aufgebrachten innersten Metalschicht (7) isoliert, so dass ein Bandwickel entsteht oder verschmilzt mit ihr, so dass sich ein im wesentlichen rotationssymmetrischer Verbundkörper bildet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich			MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NL	Niederlande
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PT	Portugal
BR	Brasilien	IE	Irland	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SN	Senegal
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	UA	Ukraine
DK	Dänemark	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	ML	Mali	VN	Vietnam
FI	Finnland	MN	Mongolei		

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Bändern und Verbundkörpern aus Metall

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Bändern und Verbundkörpern aus Metall gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

In letzter Zeit haben Verfahren zur schnellen Erstarrung von Metallen zunehmende Bedeutung gewonnen, da sie die Herstellung von neuartigen Werkstoffen mit zum Teil verbesserten oder auch ungewöhnlichen Strukturen und damit Werkstoffeigenschaften gestatten. Mit zunehmender Erstarrungsgeschwindigkeit kommt es dabei zu einer immer grösseren Abweichung von den Gleichgewichten, wie sie durch das Zustandsdiagramm bestimmt werden, da die extrem kurzen Diffusionszeiten die Einstellung dieser Gleichgewichte erschweren. Dies führt einerseits zu immer feineren Morphologien, z. B. zur Entstehung feinerer Dendriten oder Eutektika unter Verminderung der interdendritischen bzw. -zellularen Seigerung und kann bei gewissen Werkstoffen zur Entstehung stark metastabiler Strukturen führen, bis zur Bildung von metallischen Gläsern im Sonderfall. Bei kristalliner Erstarrung liegt dabei ein Vorteil in der Tatsache, dass der Löslichkeitsbereich bestimmter erwünschter Elemente stark erweitert wird, während unerwünschte Ausscheidungen unterdrückt werden können.

Grundlage aller Verfahren der schnellen Erstarrung ist der schnelle Wärmeentzug. Dieser Vorgang wird einerseits durch das Wärmeleitvermögen des Metalls, andererseits durch den

Mechanismus des Wärmeübergangs an der Phasengrenze zum wärmeentziehenden Medium bestimmt. Während der Wärmeübergang, charakterisiert durch den Wärmeübergangskoeffizienten, in einem weiten Bereich durch Wahl der richtigen verfahrenstechnischen Bedingungen optimiert werden kann, kann der Wärmetransport im Metall, welcher durch den Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten charakterisiert ist, nur durch die Wahl kleiner Transportwege verbessert werden. Deshalb führen alle heute bekannten Methoden der schnellen Erstarrung zu Gusskörpern, welche mindestens in der Raumrichtung des Wärmetransports nur eine geringe Dicke aufweisen. Beispiele dafür sind die Klatschkokille, wo ein Metalltropfen zwischen zwei Metallplatten schlagartig zur Folie umgeformt wird, das Schmelzspinn-Verfahren, wo ein Metallstrahl meist auf die Aussenfläche einer schnell rotierenden Walze aufgebracht wird, wobei sich in kontinuierlicher Weise unter dem Einfluss der Beschleunigung sowie durch den Wärmeentzug der als Abschreckkörper dienenden Walze ein dünner Metallfilm bildet und gewisse Pulver-Verdüsungsverfahren, wo ein Metallstrahl unter dem Einfluss eines Verdüsungsmediums, welches ein Gas oder auch eine Flüssigkeit sein kann, in kleine Tropfen zerschlagen wird, welche im Flug erstarren und anschliessend pulvermetallurgischen Kompaktierungsprozessen zugeführt werden können. Die theoretischen Grundlagen von Verfahren der schnellen Erstarrung sind z. B. in einer Veröffentlichung von R. Mehrabian, "Rapid Solidification", wiedergegeben in "Rapid Solidification Technology Source Book", American Society for Metals 1983, S. 186 - 209 in übersichtlicher Weise zur Darstellung gebracht. Die gebräuchlichsten Verfahren sind Kapiteln von G. Haour, H. Bode, "From Melt to Wire" und R. E. Maringer, "Payoff Decade for Advanced Material" aus dem gleichen Buch, S. 111-120 und S.121-128 zu entnehmen.

Die Möglichkeit der Herstellung grösserer Gussstrukturen,

wobei Halbzeug in endkonturnahen Abmessungen bei höheren Abkühlungsgeschwindigkeiten hergestellt werden kann, besteht bei den Verfahren der Sprühkompaktierung. Hier wird eine in der Regel um 50 - 150 K über die Liquidustemperatur überhitzte Schmelze meist mit Hilfe von Argon oder Stickstoff verdüst, ähnlich wie dies bei der Pulverherstellung der Fall ist. Während des Flugs wird ein wesentlicher Teil der Ueberhitzungswärme aus den Tropfen durch das Verdüsungsgas übernommen, sodass die Tropfen - entsprechend ihrer Grösse - in mehr oder weniger teilflüssigem Zustand auf das Substrat aufschlagen und dort mit dem vorgängig deponierten Material verschweissen. Das Verfahren ist grundsätzlich für die Herstellung von Flachprodukten, insbesondere aber für die Erzeugung von rotationssymmetrischem Halbzeug wie Rundstangen und Rohren geeignet, wobei das Substrat in diesen Fällen eine Rotationsbewegung mit seitlichem Versatz während des Sprühvorgangs ausführt. Da die Metalltropfen nur noch mit sehr geringer Ueberhitzung auftreffen, muss sich das Substrat, d. h. das schon vorgängig deponierte Material, auf einer ausreichend hohen Temperatur befinden, damit es noch zu einer homogenen Verschweissung kommt. Ist die Temperatur jedoch zu hoch, dann kommt es zum Aufbau einer flüssigen Schicht auf der Substrat-Oberfläche, welche einerseits in konventioneller Art langsam erstarrt und andererseits unter der Einwirkung der Zentrifugalkraft vom Substrat weggeschleudert wird. Da die Ueberhitzung der aufgesprühten Metallpartikel infolge ihrer nicht uniformen Korngrössenverteilung nicht konstant ist, kommt es ohnehin auch bei optimaler Einstellung der Verfahrensparameter zur Ausbildung des sog. "Overspray". Dies ist der Anteil der Sprühpartikel, welche entweder von vornherein am Substrat vorbeifliegen oder infolge zu tiefer Temperatur von diesem weggeschleudert wird. Insbesondere bei teuren Werkstoffen führt dies zu einem unwirtschaftlichen Ausbringen, ausserdem sind die dabei in der Sprühkammer abgelagerten

feinen Metallpulver in vielen Fällen infolge ihrer Explosivität und Toxizität gefährlich. Obwohl das Sprühkompaktieren gegenüber der klassischen Pulvermetallurgie den Vorteil hat, dass alle Zwischenstufen zwischen Pulververdüsung und Pulverkompaktierung entfallen - und damit Möglichkeiten der Verschmutzung der Pulveroberfläche reduziert werden - wird jedoch immer noch, wie bei der normalen Pulvermetallurgie, eine enorme Oberfläche gebildet und bei hochreaktiven Werkstoffen bzw. bei auch nur geringfügiger Verschmutzung der Gasatmosphäre in der Sprühkammer kann dies trotz der kurzen Reaktionszeiten zur Schädigung des Werkstoffs führen.

Ein wesentlicher Nachteil des Sprühkompaktierens besteht in der Tatsache, dass zwar die während der Flugzeit erfolgende Abkühlung bis in den Bereich der Liquidustemperatur z. B. mit einigen tausend Kelvin pro Sekunde verhältnismässig schnell erfolgt, jedoch anschliessend am Substrat, wo der kritische Bereich zwischen Liquidus- und Solidustemperatur durchlaufen wird, die Abkühlungsgeschwindigkeit nur noch in der Grössenordnung von einigen wenigen Kelvin pro Sekunde liegt. Damit sind einerseits die aus der klassischen Erstarrung bekannten Phänomene wie Seigerung sowie Lunker- und Ausscheidungsbildung, aber auch eine Vergröberung der ursprünglichen Gussmorphologie möglich. Ein weiterer Nachteil des Verfahrens besteht in der Tatsache, dass der Wärmeabzug, wie bei allen üblichen Erstarrungsverfahren, über die bereits vorgängig erstarrten Schichten erfolgt, womit der Wärmetranport mit steigender Dicke des Substrats vermindert wird, was zu nichtstationären Erstarrungsbedingungen führt. Hingegen ist ein grosser Vorteil der Sprühkompaktierungsverfahren, dass grosse Metallmengen in der Grössenordnung von mehreren Kilogramm pro Sekunde umgesetzt werden können, was die Nutzung im Rahmen grosstechnischer Halbzeug-Produktionsverfahren interessant macht. Die verfahrenstechnischen Aspekte des

Sprühkompaktierens sind in einer Arbeit von W. Kahl und J. Leupp "Spray Deposition of High Performance Aluminium Alloys via the Osprey Process" in Swiss Materials 2/4 (1990), S. 17-19 in übersichtlicher Weise dargestellt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Metallbändern durch schnelle Erstarrung aus der Schmelze anzugeben, wobei diese Bänder auch unter Ausnützung der Restwärme zu dickwandigen rotationssymmetrischen Verbundkörpern verschweisst werden können sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, gelöst.

In ähnlicher Weise wie beim Schmelzspinnverfahren wird dabei eine überhitzte Metallschmelze in Form eines mehr oder weniger geschlossenen Strahls vorzugsweise auf die Innenfläche eines rotierenden und im wesentlichen rotationssymmetrischen Formhohlraums aufgebracht, ähnlich wie beim Schleuderguss. In Abweichung vom Schmelzspinnen, wo die Wärme ausschliesslich von der rotierenden Kühlwalze entzogen wird, erfolgt der Wärmeentzug beim vorliegenden Verfahren hauptsächlich durch Wärmeübergang in ein flüssiges Kühlmedium, welches an einer Stelle ungefähr in derselben Drehebene, jedoch um einen bestimmten Drehwinkel gegenüber dem Ort der Metallaufbringung versetzt auf den soeben deponierten Metallfilm aufgespritzt wird und dort einen Kühlmittelfilm bildet. Beide Filme entstehen dabei einerseits unter der Wirkung der mechanischen Beschleunigungen an den Orten ihrer Aufbringung, den Wärmeübergangsbedingungen in die im Laufe der letzten Umdrehung gebildeten Metallschicht und zwischen den Filmen sowie insbesondere in Abhängigkeit von den Temperaturen der am Stofftransport beteiligten Oberflächen sowie den

physikalischen Eigenschaften der beteiligten Phasen wie Wärmeleitfähigkeit, Dichte, Erstarrungsbereich, Unterkühlungsbedingungen usw.

Bei der Flüssigkühlung können drei Bereiche unterschieden werden. Bei Temperaturen unterhalb des Siedepunkts des Kühlmittels ist im allgemeinen eine hohe Kühlwirkung erzielbar, da der Wärmeübergang unmittelbar in die flüssige Phase mit ihrer verhältnismässig hohen Dichte und Wärmekapazität erfolgt. Wird die Temperatur in einen Bereich oberhalb der Siedetemperatur erhöht, so gelangt man in einen zweiten Bereich, wo das Leydenfrost'sche Phänomen auftritt: an der Phasengrenze kommt es durch partielle Verdampfung des Kühlmittels zur Ausbildung eines Dampffilms, welcher den direkten Kontakt der Metallphase mit dem flüssigen Kühlmittel unterbindet. Der Wärmeübergang kann demzufolge um Zehnerpotenzen abfallen. In einen dritten - und im Sinne der vorliegenden Erfindung entscheidenden - Bereich gelangt man, wenn die flüssige Kühlphase gegenüber der zu kühlenden heissen Oberfläche einerseits einen grossen Temperaturgradienten und andererseits eine hohe Relativgeschwindigkeit aufweist. Durch die damit verbundenen turbulenten Verhältnisse an der Phasengrenze des Kühlmittels gegen die zu kühlende Fläche kann sich kein Dampffilm ausbilden, womit die volle Kühlleistung direkt in die Kühlflüssigkeit gewährleistet ist. Solche Bedingungen herrschen beim Flüssiggas-Verdüsungsverfahren, wo eine Schmelze von einem schnell bewegten Strahl eines tiefkalten verflüssigten Gases in kleine Pulverpartikel zerstäubt wird. Praktische Versuche haben gezeigt, dass bei diesem Verfahren Wärmeübergangskoeffizienten auftreten, welche diejenigen des Schmelzspinnverfahrens wesentlich übertreffen können.

Zu den klassischen Schmelzspinnverfahren besitzt das erfindungsgemässe Verfahren insbesondere zwei wesentliche

Unterschiede: zum einen wird zwar ein Teil der Wärme des frisch aufgebrachten Metallfilms in eine darunterliegende feste Metallschicht überführt, jedoch handelt es sich bei diesem Metall um den im Laufe der letzten Umdrehung gebildeten Gusskörper, zum anderen wird ein wesentlicher Teil der Wärme direkt an das flüssige Kühlmedium abgegeben. Als zusätzliches, jedoch nicht wesentliches Verfahrensmerkmal kann die Tatsache gewertet werden, dass beide Filme, d. h. Metall und Kühlmittel unter der Wirkung der Zentrifugalbeschleunigung auf die jeweils untenliegende Schicht gepresst werden, was zu einer Verbesserung des Wärmeübergangs führt.

Das erfindungsgemässe Verfahren grenzt sich auch eindeutig gegen den konventionellen Schleuderguss durch die Tatsache ab, dass die Erstarrung der im Laufe einer Umdrehung aufgebrachten Schmelze im wesentlichen während dieser Umdrehung erfolgt.

Je nach Ausmass des Wärmeanteils, welcher in das flüssige Kühlmedium direkt übergeht, ergeben sich wesentliche und differentielle Auswirkungen auf Form und Gefüge des entstehenden Gussprodukts. Wird die zugeführte Metallmenge im Verhältnis zur Umdrehungsgeschwindigkeit geringer gewählt, etwa wie dies beim Schmelzspinnen der Fall ist, dann entstehen bei Umfanggeschwindigkeiten z. B. im Bereich von 50 - 100 m/sec Bänder mit einer Dicke in der Grössenordnung um 0.05 mm. Wird nun das Kühlmittel kurz nach Erzeugung des Metallfilms aufgebracht und die Kühlwirkung während einer längeren Zeit im Laufe der weiteren Umdrehung aufrechterhalten, dann gelangt ein wesentlicher Teil der Wärme der frisch aufgebrachten Metallschicht in das flüssige Kühlmedium, welches diese Wärme unter Verdampfung absorbiert. Bei Vollendung der Drehung ist das Kühlmittel völlig verdampft, sodass die neue Metallfilmbildung auf einer sauberen und tiefkalten

Substratfläche stattfinden kann. Da die Wärmemenge im Film für ein Anschweissen an der letzten Metallschicht nicht ausreicht, entsteht auf diese Weise ein "Coil", d. h. eine "sich selbst aufspulende" Bandwicklung. Die dabei erzielten Abkühlungsgeschwindigkeiten können bis in die Grössenordnung von hunderten Millionen Kelvin pro Sekunde gehen.

Soll entsprechend dem erfindungsgemässen Verfahren nicht ein Band, sondern ein dickerer, im wesentlichen rotationssymmetrischer Körper z. B. in Form eines Ringes hergestellt werden, dann kann grundsätzlich die oben beschriebene Arbeitsweise eingesetzt werden, jedoch wird im Verhältnis zur Metallmenge eine geringere Menge des Kühlmittels eingesetzt, wobei Metallmenge und Drehbewegung bevorzugt so aufeinander abgestimmt werden, dass der aufgebrachte Metallfilm in der Regel eine Dicke oberhalb von 0.2 mm hat. Auch ist es bei dieser Arbeitsweise von Vorteil, wenn der Zeitpunkt der Aufbringung des Kühlmittels gegenüber dem obigen Beispiel verzögert ist. Auf diese Weise setzt die Kühlwirkung einerseits später ein, sodass der frisch aufgebrachte Film mehr Zeit zur Verschweissung mit der zuletzt aufgebrachten Schicht hat, andererseits sorgt die im Verhältnis zur Metallmenge reduzierte Menge des Kühlmittels dafür, dass die Kühlwirkung nach völliger Verdampfung des Kühlmittels plötzlich abbricht, sodass im verschweissten Film eine höhere Restwärme verbleibt, welche im Rahmen der nächsten Filmaufbringung eine erfolgreiche Schweissung begünstigt.

Die Verhältnisse bei dieser Verschweissung führen also zu einer Art "Giesslaminat" und liegen zwischen der langsamen Erstarrung beim oben beschriebenen Sprühkompaktieren sowie der schnellen Erstarrung bei Sonderverfahren, wie dem Plasmaspritzen oder einer Laserbehandlung. Während beim Sprühkompaktieren eine Verschweissung der verhältnismässig

kalten Metalltropfen nur mit einem heissen Substrat möglich ist, können bei den hochenergetischen Oberflächenbehandlungen auch dünne Schichten mit einer kalten Grundschicht verbunden werden, da die hohe örtliche Energiedichte zu einer Verschweissung führt, bevor wesentliche Teile der Schmelzwärme für den Verschweissungsprozess nutzlos in tiefere Bereiche des Substrats dissipieren können.

Gegenüber dem Sprühkompaktieren ergibt sich noch ein anderer wesentlicher Vorteil beim erfindungsgemässen Verfahren. Während beim Sprühkompaktieren eine grosse Anzahl kleiner Tropfen mit einer riesigen kumulativen Oberfläche gebildet werden, welche mit Verunreinigungen der Atmosphäre der meist voluminösen und komplexen Sprühkammer während längerer Zeit bei verhältnismässig hohen Temperaturen reagieren können, ist die spezifische Oberfläche eines geschlossenen Films wesentlich kleiner und zudem ist die Reaktionsmöglichkeit aufgrund der kurzen Aufbringungsdistanz sowie der höheren Abkühlungsgeschwindigkeit stark eingeschränkt. Von grosser Bedeutung ist jedoch ein weiterer Vorteil: während beim Sprühkompaktieren ein Teil des Werkstoffs als sog. "Overspray" verloren geht, ergibt sich beim erfindungsgemässen Verfahren weitgehend ein volles Ausbringen der Schmelzenmenge im produzierten Produkt.

Im folgenden wird das erfindungsgemässe Verfahren sowie Vorrichtungen zu seiner Durchführung anhand von Ausführungsbeispiele darstellenden Figuren näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 den grundsätzlichen Ablauf des erfindungsgemässen Verfahrens anhand einer im Querschnitt dargestellten ersten Ausführungsform einer entsprechenden

Vorrichtung,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3a - 3c radiale Temperaturprofile, wie sie bei einer ersten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens auftreten,

Fig. 4a - 4c radiale Temperaturprofile, wie sie bei einer zweiten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens auftreten,

Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens im Querschnitt,

Fig. 6 eine dritte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens im Querschnitt,

Fig. 7 eine vierte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens im Querschnitt,

Fig. 8 eine fünfte Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens im Querschnitt,

Fig. 9 eine sechste Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens im

Längsschnitt,

Fig. 10a eine erste spezielle Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens anhand einer entsprechenden Vorrichtung in perspektivischer Darstellung,

Fig. 10b, 10c zwei Phasen der Ausführungsform des Verfahrens gemäss Fig. 10a im Detail anhand von Längsschnitten,

Fig. 11a eine zweite spezielle Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens anhand einer entsprechenden Vorrichtung in perspektivischer Darstellung und

Fig. 11b die Ausführungsform des Verfahrens gemäss Fig. 11a im Detail anhand eines Längsschnitts.

Fig. 1 und 2 zeigen im Querschnitt bzw. Längsschnitt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung. Dabei rotiert ein zylindrischer Formkörper 1 in Richtung eines Pfeils 2 um eine Rotationsachse, wobei die Drehbewegung innerhalb von auf Achsen 3 gelagerten Rollen 4 erfolgt, von denen stellvertretend zwei im Bild gezeigt sind. Mindestens eine dieser Rollen muss als Antriebsrolle ausgebildet sein. Im vorliegenden Fall und auch in den folgenden Bildern ist die Drehachse horizontal angeordnet, jedoch ist auch im Sinne der Erfindung ohne weiteres eine vertikale Anordnung möglich, da die Erdbeschleunigung im Vergleich zur Rotationsbeschleunigung nur einen geringen Einfluss besitzt. An einer Giessstelle 5 trifft ein Strahl 6 von überhitzter Schmelze auf die Innenfläche der im Rahmen der letzten Umdrehung gebildeten äussersten Metallschicht 7, wobei ein flüssiger Metallfilm 8 gebildet wird.

Der Strahl 6 entstammt der in einem Behälter 9 befindlichen Schmelze 10, wobei es sich bei dem Behälter 9 entweder um einen Schmelz- oder Warmhalteofen oder auch nur um einen unbeheizten Zwischenbehälter zur Aufnahme der überhitzten Schmelze handeln kann. Eine Austrittsöffnung für die Schmelze in Form einer Giessdüse 11 kann analog den Verhältnissen beim Schmelzspinnen sowohl in Bezug auf ihre Form wie auch auf ihre Anordnung relativ zur Giessstelle 5 so ausgebildet sein, dass für die Filmbildung optimale hydrodynamische Bedingungen entstehen. Dabei kann die Giessdüse 11 einen kreisförmigen oder auch einen von der Kreisform abweichenden, z. B. rechteckigen Querschnitt haben. Auch ist es - wie bei den Schmelzspinnverfahren bekannt - durchaus möglich, zur Erzeugung breiterer Band- oder Ringstrukturen mehrere Giessdüsen 11 parallel zu schalten. Darüber hinaus kann die Schmelze 10 im Behälter 9 mit einem bestimmten Druck beaufschlagt werden, sodass sie mit einer gewünschten Geschwindigkeit oder Menge pro Zeiteinheit aus der Giessdüse 11 austritt, wobei gleichzeitig erreicht werden kann, dass die Schmelze vor Kontakt mit der Aussenatmosphäre geschützt wird.

Der Strahl 6 kann, wie dargestellt, ähnlich wie beim Schmelzspinnen im wesentlichen geschlossen gegen die Giessstelle 5 geleitet werden oder ähnlich wie beim Sprühkompaktieren durch einen Strom eines fluiden, vorzugsweise gasförmigen Mediums in Tropfen aufgelöst werden. Im ersteren Fall ergibt sich eine geringere Oberfläche der Schmelze mit entsprechend geringeren Reaktionsmöglichkeiten derselben mit der umgebenden Atmosphäre, im letzteren Fall ein gleichmässigeres Aufbringen der Schmelze. Im Gegensatz zum Sprühkompaktieren dient die Aufspaltung des Strahls 6 jedoch nicht der raschen Abkühlung unter die Erstarrungstemperatur, die Tropfen sollen flüssig bleiben.

Kühlflüssigkeit, z. B. flüssiger Stickstoff, wird aus Kühldüsen 12a,b an Stellen 13a,b auf den Metallfilm 8 aufgebracht, wobei sie jeweils einen Kühlmittelfilm 14 auf demselben bildet, welcher an einer Stelle 15 völlig verdampft ist. In vielen Fällen genügt eine einzige Kühldüse. Wie im Falle der Metallschmelze, so kann auch das Kühlmittel aus mehreren nebeneinander angeordneten Düsen aufgebracht werden, falls ein breiterer Metallfilm 8 erwünscht ist. Die dafür jeweils nötigen Vorrichtungsteile müsste man sich in Fig. 1 deckungsgleich hinter den dargestellten Teilen aufgereiht denken. Sie würden analoge Funktionen wie diese erfüllen. Der Metallfilm 8 ist im vorliegenden Beispiel an einer Stelle 16 völlig erstarrt. In den meisten Fällen befindet sich die Stelle 16 in Drehrichtung vor der Kühlstelle 13, sodass das flüssige Kühlmittel nur mit dem völlig erstarrten Metallfilm 8 in Kontakt kommt.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass der zylindrische Formkörper 1 an seiner Innenwand eine nutartige Vertiefung aufweist, welche durch eine fest mit der Innenwand verbundene Seitenwand 17a und eine entfernbare Seitenwand 17b seitlich begrenzt wird. In diese Vertiefung wird die Schmelze 10 aus der Giessdüse 11 in Form eines Strahls 6 an der Giessstelle 5 unter Bildung des Metallfilms 8 auf die innerste Metallschicht 7 der schon im Laufe der vorherigen Umdrehungen gebildeten Metallschichten aufgebracht.

Fig. 3a - c zeigen drei typische Phasen bei einer ersten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens, der Herstellung eines schnell erstarrenden Bandes in einem Diagramm, welches das radiale Temperaturprofil über mehrere Schichten zeigt.

Dabei wird in Fig. 3a der Moment gezeigt, wo soeben ein neuer Metallfilm 8 mit einer Schmelze der

Ueberhitzungstemperatur T_1 aufgebracht wurde, was durch das Kurvenstück 18 dargestellt wird. Der Temperaturabfall 19 repräsentiert den Wärmeübergangswiderstand zu der im Laufe der letzten Umdrehung entstandenen und erstarrten innersten Metallschicht 7, deren Temperatur durch das Kurvenstück 20 dargestellt wird. Auch die nächstuntere Schicht - Kurvenstück 21 - zeigt einen schroffen Temperaturabfall zum Kurvenstück 20. In allen Fällen wird dieser schroffe Temperaturabfall durch die Existenz eines Luftspalts verursacht, d. h. durch die Tatsache, dass es - im Sinne der Bandherstellung - nicht zur Verschweissung gekommen ist.

Fig. 3b zeigt eine rasch darauf folgende Phase, kurz nach Aufbringen des flüssigen Kühlmittelfilms 14 mit einer Temperatur T_3 auf die Oberfläche des zumindestens teilweise erstarrten Metallfilms 8. Die infolge der ursprünglichen Ueberhitzung in Fig. 3a gezeigte hohe Temperatur des Kurvenstücks 18 hat sich nun, durch Wärmeübergang an die angrenzende innerste Metallschicht 7, insbesondere jedoch durch Wärmeübergang in den Kühlmittelfilm 14 stark abgesenkt, wobei der Metallfilm 8 in einer Zone 8b unter die Erstarrungstemperatur T_2 abgekühlt und somit völlig erstarrt ist. Zwar hat sich während des ganzen Vorgangs die Temperatur der innersten Metallschicht 7 entsprechend Kurvenstück 20 etwas erhöht, jedoch reicht die Wärme in der flüssigen Restzone 8a nicht aus, um eine Verschweissung mit der angrenzenden innersten Metallschicht 7 herbeizuführen.

Fig. 3c zeigt eine Phase unmittelbar vor Ende einer Umdrehung, kurz vor Aufbringung des nächsten überhitzten Metallfilms 8 entsprechend Fig. 3a. Die Temperatur des Metallfilms 8 kann in dieser Phase so weit abgesunken sein, dass der Wärmestrom sich umkehrt, d. h. die schon vorher gebildeten Metallschichten geben Wärme an den letztgebildeten Metallfilm 8 abgeben. Es ist klar, dass

zwischen Fig. 3c und Fig. 3a, d. h. dem Beginn des nächsten Zyklus mindestens so viel Zeit verstreichen muss, dass der Kühlmittelfilm 14 vollständig verdampft ist. Da das erfindungsgemässe Verfahren einerseits ähnlich wie Schmelzspinnverfahren die Wärme der überhitzten Schmelze an ein Metallsubstrat abgibt, zusätzlich jedoch einen wesentlichen Teil der Wärme in das flüssige tiefkalte Kühlmittel überführt, ergeben sich potentiell höhere Abkühlungsgeschwindigkeiten.

Fig. 4a - c zeigen drei Phasen bei einer zweiten Variante des erfindungsgemässen Verfahrens, der Herstellung eines aus Bändern fortlaufend verschweissten Verbundkörpers quasi in Form eines gegossenen Schichtverbund-Werkstoffs.

Dabei wird in Fig. 4a ein überhitzter Metallfilm 8 mit der Temperatur T_1 entsprechend dem Kurvenstück 18 der Temperaturkurve aufgebracht. Da es noch nicht zur Verschweissung mit der innersten Metallschicht 7 gekommen ist, besteht ein starker Temperaturabfall entsprechend Kurvenstück 19 zur Temperatur der letzten Schicht entsprechend Kurvenstück 20. Der nach beiden Seiten abfallende Verlauf der Temperaturkurve 20 ergibt sich aus der Tatsache, dass in diesem Bereich das Wärmezentrum der Erstarrung im Laufe der letzten Umdrehung lag. Die Wärme fliesst nun von beiden Seiten in die Senke zwischen Kurvenstücken 19 und 20, sodass es zu einer raschen Aufheizung der Oberfläche der innersten Metallschicht 7 kommt.

Fig. 4b zeigt den Moment unmittelbar vor der Verschweissung. Die Temperatur der zuletzt erstarrten innersten Metallschicht 7 entspricht nun fast dem Schmelzpunkt, diejenige des flüssigen Metallfilms 8 liegt immer noch oberhalb der Liquidustemperatur T_2.

Fig. 4c zeigt einen Zeitpunkt einige Zeit nach der Verschweissung, gerade zu Beginn der Aufbringung des flüssigen Kühlmittelfilms 14. Nicht mehr sichtbar ist ein Randbereich der innersten Metallschicht 7, welcher kurzzeitig nochmals aufgeschmolzen wurde, da derselbe inzwischen ebenso wie der neu aufgebrachte Metallfilm 8 erstarrt ist. Infolge der Verschweissung geht die erstarrte Randzone 8 schliesslich ohne Uebergang in die innerste Metallschicht 7 über, was sich im stetigen Verlauf des Kurvenasts 20 der Temperaturkurve manifestiert.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche Einrichtungen zur Aufbringung von zwei Schmelzen 10a und 10b in Serie im Laufe einer Umdrehung als Metallfilme 8a und 8b aufweist, die anschliessend im Zusammenhang mit Fig. 4a - c erläutert miteinander verschweissen, was durch entsprechende Dosierung des Kühlmittels an der Kühlstelle 13 bewirkt wird. Hinter der Giessstelle 5b erfolgt die nicht gezeigte Aufbringung eines weiteren Kühlmittelfilms mit intensiverer Kühlwirkung. Aufgrund dieser intensiven Kühlwirkung kommt es nur zur Verschweissung der beiden Metallschichten 7a und 7b, jedoch nicht mit der darunterliegenden Metallschicht 7c. Ist die Zusammensetzung der beiden Metallschichten 7a und 7b identisch, so wird auf diese Weise ein dickeres Band bei hoher Abkühlungsgeschwindigkeit erzeugt. Ist die Zusammensetzung dieser Schichten verschieden, so erhält man ein Bimetallband. Selbstverständlich können auch mehr als zwei flüssige Metallfilme in Folge aufgebracht werden, sodass anstelle eines Bimetalls Bänder komplexeren Aufbaus entstehen.

Fig. 6 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche speziell für die Herstellung dünner, schnell erstarrter Bänder geeignet ist. In Analogie zum Schmelzspinnverfahren ist dabei die Distanz 22 zwischen der

Giessstelle 5 und der Austrittsöffnung der Giessdüse 11 möglichst konstant zu halten. Da im Gegensatz zu den Schmelzspinnverfahren die im Laufe der letzten Umdrehung produzierte innerste Metallschicht 7 als Substrat verwendet wird, kommt es zu einer laufenden Verschiebung der Giessstelle 5 bezüglich der ursprünglichen Oberfäche des Formkörpers 1. Die konstante Distanz 22 wird im vorliegenden Beispiel eingehalten, indem eine Distanzrolle 23 auf der zuletzt gebildeten innersten Metallschicht 7 abrollt, welche über eine Haltevorrichtung 24 den Behälter 9 mit der Metallschmelze 10 verschiebt, sodass die Giessdüse 11 die Bewegung des Wicklungsaufbaus mitmacht. In Abweichung von dieser mechanischen Regelung ist es natürlich auch denkbar, den Abstand der Giessdüse 11 von der Giessstelle 5 über eine elektronische Messonde festzustellen, wobei ein Regelkreis dafür sorgt, dass die Position der Giessdüse 11 etwa über ein elektromechanisches Stellglied nachgeführt wird.

Fig. 7 zeigt eine Ausführung einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche speziell für die Herstellung dickerer Bänder bzw. von Blech geeignet ist, insbesondere wenn eine grössere Breitenausdehnung gewünscht ist. Während die Geometrie bei sehr dünnen Bändern von der Eigendynamik des Metallfilms, d. h. seinen thermischen und rheologischen Eigenschaften sowie den Beschleunigungskräften beim Auftreffen auf die Fläche bestimmt ist, sodass Breite und Dicke des Bandes in Abhängigkeit von Stoffkonstanten von Fläche und Schmelze, ihren Temperaturen und den Relativgeschwindigkeiten vorgegeben sind, ist dies bei dickeren Bändern bzw. Blech weniger der Fall. Um hier eine gleichmässige Verteilung über die gesamte Breite der Giesszone zu erreichen, bildet man die Giessstelle 5 als Metallbad 25 aus, wobei das Volumen dieses Metallbads einerseits durch die Seitenwände 17a, 17b des rotierenden zylindrischen Formkörpers 1 (Fig. 2) und die Innenfläche

der im Rahmen der letzten Umdrehung erzeugten erstarrten innersten Metallschicht 7 nach drei Raumrichtungen begrenzt wird, während in Drehrichtung eine mittels einer Haltevorrichtung 26 fixierte Stauwand 27 aus einem schmelzenbeständigen Material die Begrenzung bildet, wobei diese Stauwand 27 einerseits seitlich gegen die Wände 17a,b des rotierenden Formkörpers 1 einen minimalen Spalt bildet, welcher ein Abfliessen von Metallschmelze aus dem Bad 25 im wesentlichen verhindert, andererseits nach unten mit der Innenfläche der innersten Metallschicht 7 einen Giessspalt bestimmter Breite bildet, der die Dicke des flüssigen Metallfilms 8 bestimmt. Im Interesse der konstanten Breite dieses Giessspalts können die entsprechend Fig. 6 vorgeschlagenen Massnahmen zur Anwendung kommen, d. h. die Haltevorrichtung 26 der Stauwand 27 kann entweder durch eine Distanzrolle 23 (Fig. 6) oder mit elektronischen Mitteln auf konstanter Distanz von der jeweiligen Innenfläche gehalten werden.

Fig. 8 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung mit ähnlicher Zielsetzung wie dies bei derjenigen nach Fig. 7 der Fall ist. Dabei findet die Zuführung des Strahls 6 der Metallschmelze ebenfalls in ein Bad 25 statt, wobei die seitliche Begrenzung in Drehrichtung jedoch in diesem Fall durch eine Stauwalze 28 gebildet wird, welche in gleicher Weise wie die in Fig. 7 beschriebene Stauwand 27 einen Giessspalt mit der während der letzten Umdrehung gebildeten innersten Metallschicht 7 bildet. An der Kühlstelle 13 wird die Kühlflüssigkeit über eine Kühldüse 12 zugeführt, wobei die Verteilung der Kühlflüssigkeit, ähnlich wie dies im vorliegenden Beispiel für die Metallschmelze der Fall ist, durch eine Walze 29 bewerkstelligt wird. Es ist auch eine - in Fig. 7 nicht dargestellte - Anordnung denkbar, bei der die Zuführung der Kühlflüssigkeit in Drehrichtung hinter der Walze 29 erfolgt. In einem solchen Fall dient die Walze

29 einerseits dazu, den teil- oder vollerstarrten Metallfilm 8 in die Ebene zu walzen und verhindert ausserdem ein Rückfluten von flüssigem oder gasförmigem Kühlmittel in den Bereich des noch flüssigen Metallfilms 8.

Fig. 9 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, welche speziell zur Herstellung komplex geformter im wesentlichen rotationssymmetrischer Teile dient. Zu diesem Zweck sind die Giessdüse 11 und die Kühldüse 12 an einer gemeinsamen Haltevorrichtung 30 befestigt und können in Richtung eines Pfeils 31 im Inneren des rotierenden Formkörpers 1 bewegt werden. Im vorliegenden Beispiel ist die Kühlstelle 13 im Interesse der Uebersichtlichkeit der Darstellung um eine halbe Drehung gegenüber der Giessstelle 5 in Drehrichtung versetzt. Selbstverständlich sind auch andere Versetzungswinkel möglich, es muss nur dafür gesorgt sein, dass die Zeitspanne vor der Aufbringung des Kühlmittels ausreicht, eine ausreichende Vorerstarrung des Metallfilms 8 zu gewährleisten, sodass Beeinträchtigungen durch die eventuell heftige Kühlreaktion vermieden werden und dass die Zeitspanne nach Aufbringung des Kühlmittels ausreichend gross ist, damit das Kühlmittel vor Aufbringung des nächsten Metallfilms verdampft ist.

Im vorliegenden Beispiel besitzt der Formkörper 1 abgesehen von zwei stirnseitigen Seitenwänden 17a,b eine formgebende Innenwand 32, welche aus einem Material bestehen muss, welches thermisch und mechanisch dem Angriff der Schmelze widerstehen kann. Da der Wärmeabzug in wesentlichen Teilen nach innen, über das verdampfende Kühlmittel erfolgt, kann die Innenwand 32 zumindestens in einem der Oberfläche benachbarten Bereich aus einem keramischen Material mit geringer Wärmeleitfähigkeit bestehen. In einem solchen Fall besteht der rotierende Formkörper 1 dann etwa aus einer Aussenwandung, welche aus einem Material besteht, welches

die beim Rotationsvorgang auftretenden mechanischen Kräfte aufnehmen kann, z. B. Metall, sowie aus einem inneren Teil, welcher thermische Belastungen ertragen kann. Dabei kann der innere Teil ein Einwegteil sein, der nach jedem Gussvorgang ersetzt wird. Das hat den Vorteil, dass auch Geometrien mit Hinterschneidungen ohne Trennlinie giessbar sind, da das keramische Formmaterial nach dem Giessvorgang zusammen mit dem im wesentlichen zylindersymmetrischen Gussstück dem Formkörper 1 entnommen werden kann.

Der Aufbau eines im wesentlichen rotationssymmetrischen Verbundkörpers geht dann so vor sich: die an der Giessstelle 5 aufgebrachte Metallschmelze bildet einen Film 8, welcher im Verlaufe der weiteren Drehung am schon deponierten Metall anschweisst und zumindestens teilweise erstarrt. Nach einem bestimmten Drehwinkel wird das flüssige Kühlmittel, z. B. flüssiger Stickstoff, aufgebracht, wobei die Menge so gewählt wird, dass nach vollständiger Verdampfung des Kühlmittels im neu aufgebrachten Metallfilm 8 eine Restwärme verbleibt, welche im Verlauf folgender Drehungen eine Verschweissung mit neu deponiertem Material gestattet. Die Haltevorrichtung 30 kann längs der Rotationsachse, in Richtung des Pfeils 31, mit einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit bewegt werden, es ist aber auch eine auf die Menge des deponierten Metalls abgestimmte Hin- und Herbewegung möglich, bei der die Innenfläche des Verbundkörpers in kontrollierter Weise aufgebaut wird. Im einfachsten Fall kann eine solche Vorrichtung zum Aufbau eines Rohres dienen. Sowohl in diesem Fall wie in allen beschriebenen Beispielen ist es ohne weiteres möglich, andere Werkstoffe, z. B. keramische oder metallische Phasen in Form von Pulvern oder Fasern o. dgl. vor, während oder nach der Bildung des flüssigen Metallfilms aus einer nicht dargestellten Vorrichtung, z. B. unter Verwendung eines pneumatischen Fördermittels, auf die rotierende Innenfläche des entstehenden Verbundkörpers

aufzubringen, sodass ein Verbundwerkstoff entsteht.

Fig. 10a zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung zur Herstellung eines Endlosrohrs, wobei die Fig. 10b und 10c in schematischer Weise zwei charakteristische Situationen aus dem Ablauf des Herstellungsprozesses demonstrieren. Dabei sind die Giessdüse 11 und die Kühldüse 12 wie in Fig. 9 an einer gemeinsamen Haltevorrichtung 30 befestigt, wobei die Giessstelle 5 und die Kühlstelle 13 um einen bestimmten Drehwinkel gegeneinander versetzt sind. Dabei müssen besagte Stellen nicht unbedingt in der gleichen Drehebene angeordnet sein, sondern können in Richtung der Rotationsachse gegeneinander verschoben sein. Die Haltevorrichtung 30 und mit ihr die Giessdüse 11 und die Kühldüse 12 führt relativ zum rotierenden Formkörper 1 eine Oszillationsbewegung in axialer Richtung gemäss Doppelpfeil 34a aus. Das Rohr 33 wird in Richtung des Pfeils 35 abgezogen.

Fig. 10b zeigt den Zeitpunkt des Aufbaus einer neuen Aussenschicht des Endlosrohrs, wobei dieser Moment in der vorliegenden Darstellung ungefähr dem linken Endpunkt der Oszillationsbewegung der Haltevorrichtung 30 in Richtung des Pfeils 34c entspricht. Die Schmelze gelangt aus der Giessdüse 11 in Form eines Strahls 6 auf die Innenfläche des rotierenden Formkörpers 1, wobei ein flüssiger Metallfilm 8 gebildet wird, der in unmittelbarem Kontakt mit dem von aussen gekühlten zylindrischen Formkörper 1 eine feste Randschicht 7a ausbildet, welche mindestens zu einem wesentlichen Teil erstarrt ist, sodass sie eine ausreichende mechanische Festigkeit aufweist. Diese weitgehend erstarrte Zone 7a geht in den anschliessenden voll erstarrten Teil des Rohrs 33 über.

Fig. 10c zeigt einen Zeitpunkt nach den Vorgängen in Fig.

10b. Dabei hat die Haltevorrichtung 30 eine Bewegung entsprechend Pfeil 34d nach rechts ausgeführt und befindet sich kurz vor dem Umkehrpunkt. Gleichzeitig hat das Rohr 33 eine Drehbewegung ausgeführt wie in Fig. 10a angedeutet. Die Giessstelle 5 befindet sich demgemäss weiter rechts innerhalb des rotierenden Formkörpers 1, desgleichen ist die Kühlstelle 13 nach rechts gerückt, wobei die Kühldüse 12 im Interesse der Einfachheit der Darstellung wie die Giessdüse 11 in die Bildebene gelegt wurde, obwohl sie tatsächlich um einen bestimmten Drehwinkel in Drehrichtung versetzt ist. Die Wirkung des Kühlmittels führt zu einer starken Abkühlung der Anfangszone des Rohrs 33, sodass die Erstarrung nun weitgehend den ganzen im Laufe der Vorgänge entsprechend Fig. 10b aufgebauten Rohrquerschnitt erfasst. Gleichzeitig wird mittels der nach rechts verschobenen Giessdüse 11 für die Aufbringung der Schmelze das Rohr 33 bis zur Erreichung des endgültigen Innendurchmessers des Rohrs 33 aufgebaut. Die weitgehende Erstarrung des Rohrs 33 aufgrund des Wärmeentzugs von innen durch das Kühlmittel führt zu einer Schwindung des Aussendurchmessers des Rohrs 33, wodurch es zur Ausbildung eines Giessspalts 36 gegenüber dem rotierenden Formkörper 1 kommt. Dieser Vorgang spielt sich zwischen den Zeitpunkten entsprechend Fig. 10b und 10c, also im Verlauf der Bewegung der Haltevorrichtung 30 in Richtung des Pfeils 34d ab.

Sobald der Kontakt zwischen der frisch gebildeten Aussenmantelfläche des Rohrs 33 und dem rotierenden Formkörper 1 verloren geht, wird die Drehbewegung des Rohrs nur noch durch mehrere auf Achsen 38 gelagerte Auszugrollen 37 gestützt. Die Auszugrollen 37 sind in Richtung der Rotationsachse beweglich und führen im Moment des Kontaktverlusts des Rohres 33 zum rotierenden Formkörper 1 eine kurze Bewegung in Richtung des Pfeils 34b durch, wobei das Rohr 33 um eine Strecke, welche in der Grössenordnung der Oszillationsamplitude liegt, aus dem zylindrischen

Formkörper 1 herausgezogen wird. Sobald ein neuer Metallfilm 8 an der Stirnseite des Rohrs entsprechend Fig. 10b aufgebaut wurde, können die Auszugrollen 37 kurzzeitig vom Rohr 33 abgehoben und um den gleichen Betrag nach links verschoben werden, wo sie dann wieder mit dem Rohr 33 in Kontakt gebracht werden. Vom Endlosrohr müssen mit einer nicht dargestellten Schneidvorrichtung in bestimmten Zeitabständen Stücke der gewünschten Länge abgetrennt werden ähnlich wie dies auch beim klassischen Strangguss der Fall ist.

Fig. 11a zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche zur Erzeugung eines Endlosrohrs geeignet ist. Während das Rohr 33 im letzten Beispiel jedoch die Rotationsgeschwindigkeit des rotierenden Formkörpers 1 annahm, ist hier ein Fall gezeigt, wo nur die eigentliche Zone des Aufbaus die Rotationsbewegung mitmacht, während das erstarrte Rohr 33 keine Drehbewegung ausführt. Aehnlich wie bei der Vorrichtung entsprechend Fig. 10a werden die Giessdüse 11 und die Kühldüse 12 mittels einer gemeinsamen Haltevorrichtung 30 in Richtung der Rotationsachse des Formkörpers 1 beweglich angeordnet, wobei die Kühlstelle 13 in Richtung der Drehung um einen bestimmten Winkel versetzt ist und auch in Abzugsrichtung entsprechend Pfeil 35 um einen gewissen Betrag gegenüber der Giessstelle 5 verschoben sein kann. Während die Rolle 4 stellvertretend für alle Rollen steht, welche den rotierenden Formkörper 1 in seiner Bewegung halten, stehen die beiden Auszugrollen 37 stellvertretend für eine grössere Anzahl von Auszugrollen, welche das Rohr 33 aus dem rotierenden Formkörper 1 herausbewegen.

Fig. 11b zeigt den in Fig. 11a dargestellten Vorgang in prinzipieller Weise in einem schematischen Schnitt. Der rotierende Formkörper 1 hat eine Seitenwand 17, welche

vorzugsweise aus einem wärmeisolierenden Material gefertigt ist und welche den Abfluss der Schmelze, welche einen flüssigen Metallfilm 8 bildet, nach links verhindert. Da der rotierende Formkörper 1, welcher vorzugsweise aus einem metallischen Kokillenmaterial besteht, von aussen gekühlt ist, bildet sich eine teilerstarrte Zone 7a aus, bei welcher es jedoch noch nicht zu einer Vernetzung der Dendriten gekommen ist, sodass sie noch die Eigenschaften einer thixotropen Flüssigkeit besitzt. Gleichzeitig wird aus einer Kühldüse 12' eine Kühlflüssigkeit auf die Innenfläche des weitgehend erstarrten Rohrs 33 aufgebracht, wobei man sich den Ort der Bildung des Kühlmittelfilms 14' in Drehrichtung hinter der Bildebene, in welcher die Giessdüse 11 liegt, vorzustellen hat. Die Abziehbewegung des Rohrs 33 kann im vorliegenden Fall in kontinuierlicher Weise erfolgen, da es unter der starken Kühlwirkung des flüssigen Kühlmittels zur Ausbildung einer teilerstarrten Zone 7b kommt, welche jedoch infolge ihres höheren Erstarrungsgrades und der damit erfolgten Vernetzung der Dendriten am erstarrten Rohr 33 haftet und die Drehbewegung der Zone 7a, welche zusammen mit dem flüssigen Metallfilm 8 von der Rotationsbewegung des Formkörpers 1 mitgenommen wird, deshalb nicht mitmacht. Man sollte sich den Uebergang zwischen den teilerstarrten Zonen 7a und 7b übrigens nicht als scharfen Uebergang, wie in Fig. 11b der Einfachheit halber dargestellt, vorstellen, sondern eher als graduellen Uebergang von einer teilflüssigen und noch leicht verformbaren Zone in eine teilfeste und im wesentlichen starre Zone vorstellen.

Wenn in allen vorherigen Ausführungsformen von einem flüssigen Kühlmittel die Rede war, so war damit im allgemeinen ein verflüssigtes tiefkaltes Gas, z. B. flüssiger Stickstoff oder flüssiges Argon gemeint, denn in den meisten Fällen kommt dem Kühlmittel zusätzlich auch noch die Aufgabe zu, die frischgebildete Oberfläche des

Metallfilms 8 vor Kontakt mit Luft zu schützen. Falls es sich jedoch um Materialien handelt, welche infolge ihrer geringen Oxidationsbereitschaft z. B. im Rahmen der Pulvermetallurgie mit Wasser verdüst werden können, z. B. bestimmte Buntmetalle, so kann beim erfindungsgemässen Verfahren auch Wasser eingesetzt werden. Die Verwendung einer reaktiven Atmosphäre, welche zur Ausbildung von Metallverbindungen führt, kann dort angebracht sein, wo ein Verbundkörper hergestellt werden soll, bei dem z. B. zwischen den metallischen Schichten keramische Zwischenschichten eingelagert sind. Die keramischen Zwischenschichten entsprechen dann den ehemaligen Oberflächen des flüssigen Metallfilms 8, welcher vor Aufbringung einer weiteren Schicht mit Sauerstoff teilweise zu einer Oxidschicht reagieren konnte.

Abschliessend soll das erfindungsgemässe Verfahren an zwei konkreten Beispielen erläutert werden, wobei es im einen Fall um die Herstellung eines Stahlbands, im anderen um die Herstellung eines ringförmigen Verbundkörpers aus Stahl geht. In beiden Fällen wurde eine Vorrichtung verwendet, welche im Prinzip der in Fig. 1 und 2 dargestellten entsprach. Bei dem rotierenden Formkörper 1 handelte es sich um einen Stahlzylinder mit 600 mm Innendurchmesser, wobei die Breite der seitlich durch die Seitenwände 17a,b begrenzten Giessnut 5 mm betrug. In beiden Fällen wurde ein rostfreier Chromnickelstahl als Versuchsschmelze verwendet. Da es im Kleinversuch infolge des ungünstigen Oberfläche/Volumen-Verhältnisses schwierig ist, eine Stahlschmelze über eine Stopfenstangenvorrichtung oder einen miniaturisierten Schieberverschluss ähnlich wie im industriellen Massstab zu dosieren, wurde eine spezielle Lösung für den Kleinversuch gefunden. In der Präzisionsgusstechnik sind sogenannte Schaukelöfen bekannt, mit denen Stahl unter Schutzgas in reiner Form erschmolzen und direkt - ohne Kontakt mit der Aussenatmosphäre und ohne

die Notwendigkeit einer Giesspfanne - in heisse Präzisionsformen vergossen werden kann. Der Schaukelofen bestand aus einem um eine horizontale Achse drehbaren Schmelzenbehälter in Form einer zylindrischen Tonne aus hochtemperaturbeständigem Magnesit, welcher an den beiden seitlichen Stirnflächen in der Drehachse zwei gegeneinander verschiebbare Graphitelektroden zur Bildung eines Lichtbogens enthielt. Ueber eine Oeffnung der Tonne, welche beim Schmelzvorgang nach oben gerichtet war, wurde die Stahllegierung in Form von 15 mm Stangenmaterial eingebracht. Während des Einschmelzvorgangs wird der Ofen hin- und hergeschaukelt, damit die Wände im Kontakt mit der Schmelze ihre Ueberhitzungswärme loswerden können. Die nach oben gerichtete Beschickungsöffnung des Ofens dient normalerweise im Moment des Abgusses auch zur Befestigung des Eingusstrichters der nach oben gerichteten und vorgeheizten Keramikform. Im vorliegenden Fall wurde anstelle einer vorgeheizten Form ein vorgeheizter Giesstrichter mit angesetztem Düsenrohr aus Zirkonoxyd mit einem Innendurchmesser von 5 mm angebracht. Der ganze Schaukelofen war im Inneren des rotierenden Formkörpers 1 angebracht, wobei die Drehebene des Schaukelofens mit der Drehebene des Formkörpers identisch war und die Giessdüse 11 des Ofens bei Drehung desselben um 180° genau in die Mitte der Giessnut, in gleichem Abstand zwischen den Seitenwänden 17a und 17b einschwenkte.

Nachdem die Schmelze im Ofen auf eine Temperatur von 1550°C gebracht worden war, wurde der zylindrische Formkörper 1 auf eine Tourenzahl von 1200 U/min gebracht. Die um 100° gegenüber der Giessstelle 5 versetzte Kühldüse 12 war zu diesem Zeitpunkt noch aus der Giessvorrichtung ausgeklappt und wurde einige Sekunden vor Beginn des eigentlichen Experiments mit flüssigem Stickstoff beschickt, bis der anfänglich aus Gas und Flüssigkeit bestehende Strahl nur noch in flüssiger Form austrat, wobei dies mit einer Rate

von 380 g/sec geschah. Daraufhin wurde der Schaukelofen auf den Kopf gestellt, womit der Giessvorgang einsetzte und unmittelbar darauf - etwa 0.5 sec später, wurde die Kühldüse 12 in die Drehebene des Formkörpers 1 eingeschwenkt, sodass die Kühlflüssigkeit in die Giessnut gelangte. Innerhalb der nächsten 7 Sekunden entstanden bei diesem Experiment 1050 g Stahl in Form eines Bands von 0.09 mm Dicke und 5 mm Breite, wobei entsprechend der Höhe der Wicklung von ca. 14 mm 140 übereinanderliegende Schichten entstanden. In derselben Zeit ergab sich ein Verbrauch an ca. 4 l flüssigen Stickstoffs. Eine sofortige Messung des Metallwicklung ergab eine Temperatur unterhalb von 250°C.

Bei einem zweiten Experiment wurde mit derselben Einrichtung ein ringförmiger Verbundkörper aus rostfreiem Stahl hergestellt. Allerdings war die Bodenfläche der Giessnut mittels eines Plasmaspritzvorgangs vorgängig mit Kalziumzirkonat beschichtet worden, um eine unerwünschte Wärmeabfuhr über den Formkörper 1 zu verhindern, welche einer schnellen Einstellung eines stationären Verschweissungszustandes bei einem Kurzzeitversuch im Wege steht. In diesem Fall wurde die Schmelze im Schaukelofen auf 1800°C überhitzt und der Formkörper 1 auf eine Drehzahl von 772 U/min gebracht. Die Kühlstelle 13, an der als Kühlmittel Flüssigstickstoff aufgebracht wurde, war um eine Dreivierteldrehung des Rads gegenüber der Giessstelle 5 versetzt. In gleicher Weise wie vorher wurde im Rahmen einer Vorlaufzeit, d. h. nachdem sich eine stetige Strömung der Kühlflüssigkeit eingestellt hatte, der Schaukelofen auf den Kopf gestellt und Sekundenbruchteile danach auch die Kühldüse 12 eingeschwenkt. Während 9 sec wurde der Vorgang aufrechterhalten, wobei ein Ring mit einer Breite von 4.5 mm, einem Innendurchmesser von 530 mm und einem Aussendurchmesser von etwas weniger als 600 mm entstand. Die optische Messung der Temperatur der Ringoberfläche unmittelbar nach Abschluss des Versuchs ergab eine

Oberflächentemperatur von 1200°C. Durch die sofort anschliessend wieder aufgenommene Kühlung wurde der Ring schnell auf tiefere Temperaturen gebracht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bandes oder Verbundkörpers aus Metall, bei welchem mindestens ein Strahl (6) von überhitzter Metallschmelze gegen eine quer zur Strahlrichtung bewegte Fläche geleitet und dadurch ein anfänglich flüssiger Metallfilm (8; 8a, 8b) auf derselben erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Metallfilm (8; 8a, 8b) flüssiges Kühlmittel aufgebracht und derselbe durch Verdampfung des letzteren bis mindestens in den Erstarrungsbereich abgekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlflüssigkeit erst nach einer mindestens oberflächlichen Vorerstarrung desselben auf den Metallfilm (8; 8a, 8b) aufgebracht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahl (6) von überhitzter Metallschmelze im wesentlichen geschlossen auf die Fläche auftrifft.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strahl (6) von überhitzter Metallschmelze vor dem Auftreffen auf die Fläche mittels eines fluiden Mediums in Tropfen aufgelöst wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fläche eine rotierende, um die Rotationsachse annähernd symmetrische Innenfläche ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenfläche jeweils mindestens zum Teil von während voraufgehender Umdrehungen erzeugten erstarrten Metallschichten (7; 7a, 7b) gebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6 zur Herstellung einer Bandwicklung, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlung durch das Kühlmittel so eingestellt wird, dass keine Verschmelzung zwischen dem neu aufgebrachten Metallfilm (8; 8a, 8b) und während voraufgehender Umdrehungen erzeugten erstarrten Metallschichten (7; 7a, 7b) eintritt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 zur Herstellung eines Verbundkörpers, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abkühlung durch das Kühlmittel so eingestellt wird, dass der neu aufgebrachte Metallfilm (8) mit mindestens einer der während der voraufgegangenen Umdrehungen aufgebrachten erstarrten Metallschichten (7) verschmilzt.

9. Verfahren nach Anspruch 8 zur Herstellung eines Rohres (33), **dadurch gekennzeichnet, dass** der neu aufgebrachte Metallfilm (8) mindestens intermittierend durch Abziehen der während der voraufgehenden Umdrehungen erzeugten miteinander verschmolzenen Metallschichten (7) in der Richtung der Rotationsachse gegenüber denselben verschoben, jedoch mit ihnen überlappend angelegt wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 mit mindestens einem Behälter (9; 9a, 9b) zur Aufnahme von Metallschmelze (10; 10a, 10b), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behälter (9; 9a, 9b) mit einer im Inneren eines um eine Rotationsachse rotierbaren hohlen Formkörpers (1)

angebrachten Giessdüse (11; 11a; 11b) verbunden ist, welche gegen die Innenwand des Formkörpers (1) gerichtet ist und im Inneren des Formkörpers (1) mindestens eine Kühlmitteldüse (12; 12a, 12b; 12') in Drehrichtung gegen die mindestens eine Giessdüse (11; 11a, 11b) versetzt angeordnet ist, welche ebenfalls gegen die Innenfläche des Formkörpers (1) gerichtet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Giessdüsen (11; 11a, 11b) und mehrere Kühlmitteldüsen (12; 12a, 12b) in axialer Richtung aufeinanderfolgend nebeneinander angeordnet sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens zwei Giessdüsen (11a, 11b) sowie zwischen denselben mindestens eine Kühlmitteldüse (12) in Drehrichtung aufeinanderfolgend angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Giessdüse (11) jeweils mindestens in radialer Richtung beweglich aufgehängt und starr mit einem Abstandhalter verbunden ist, welcher mit einer gegen die Innenwand des Formkörpers (1) gerichteten Kraft beaufschlagt ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Abstandhalter als Distanzrolle (23) ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zur Bildung eines Bads (25) ein mit dem Abstandhalter starr verbundenes, in Drehrichtung gegenüber der mindestens einen Giessdüse (11) versetzt angeordnetes Stauelement aufweist,

welches mit der jeweiligen Innenfläche einen axial gerichteten Schlitz konstanter Breite bildet.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stauelement als Stauwand (27) ausgebildet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Stauelement als Stauwalze (28) ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Einrichtung zum Abziehen des bereits erstarrten Abschnitts eines in der Vorrichtung erzeugten Verbundkörpers in Richtung der Rotationsachse aufweist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Giessdüse (11) und die mindestens eine Kühlmitteldüse (12) auf einer gemeinsamen Halterung (30) befestigt ist, welche geeignet ist, eine mit der Rotation des Formkörpers (1) synchronisierte oszillatorische Bewegung in axialer Richtung auszuführen.

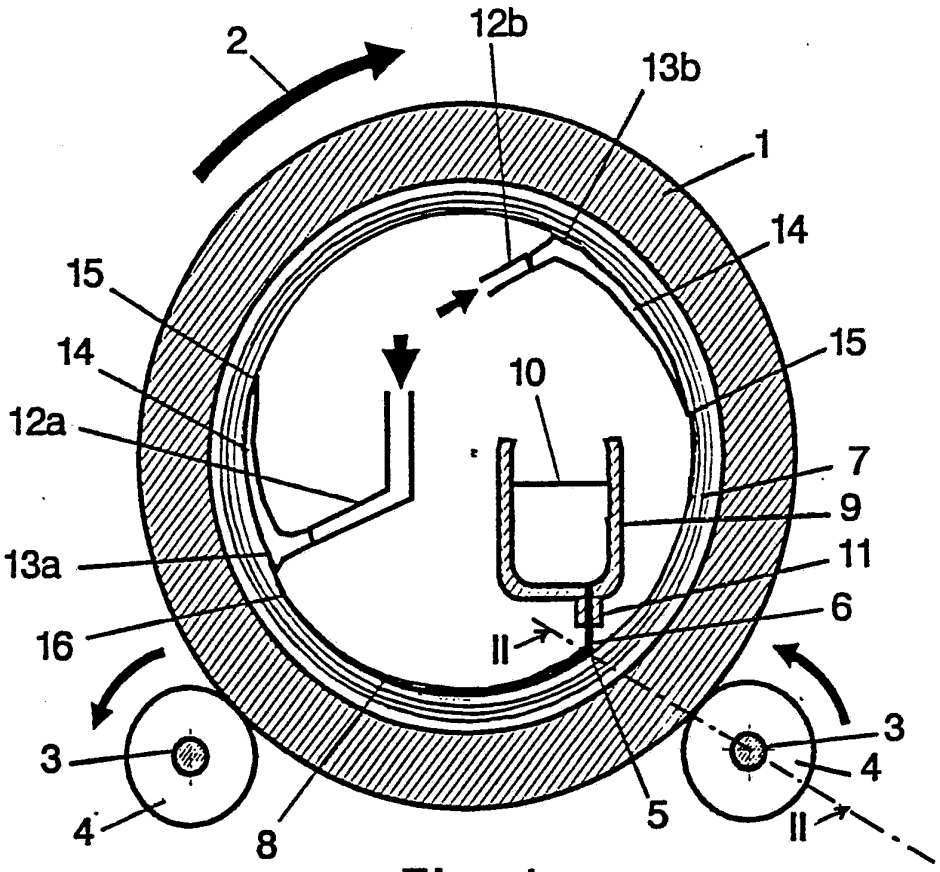

2
12b
13b
1
14
15
14
15
10
12a
7
9
13a
11
6
16
II
3
4
3
4
8
5
II

Fig. 1

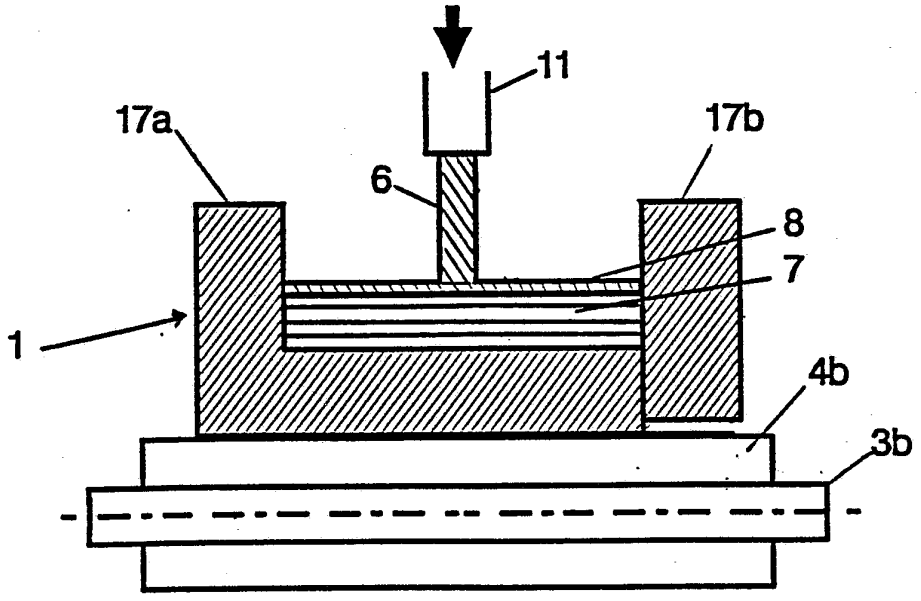

11
17a
17b
6
8
7
1
4b
3b

Fig. 2

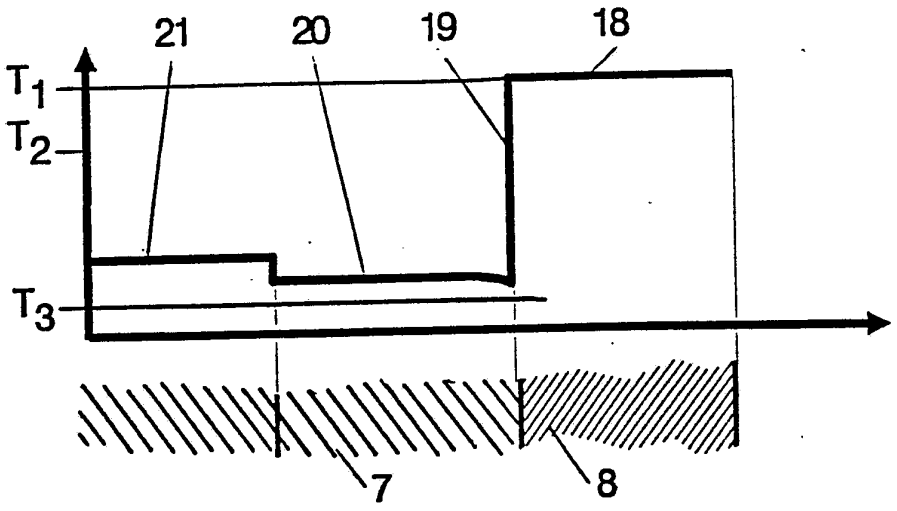


Fig. 3a

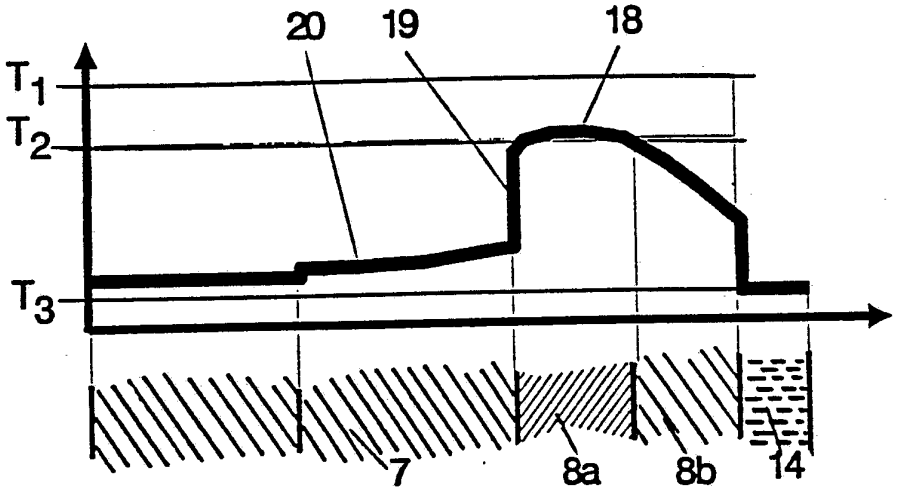


Fig. 3b

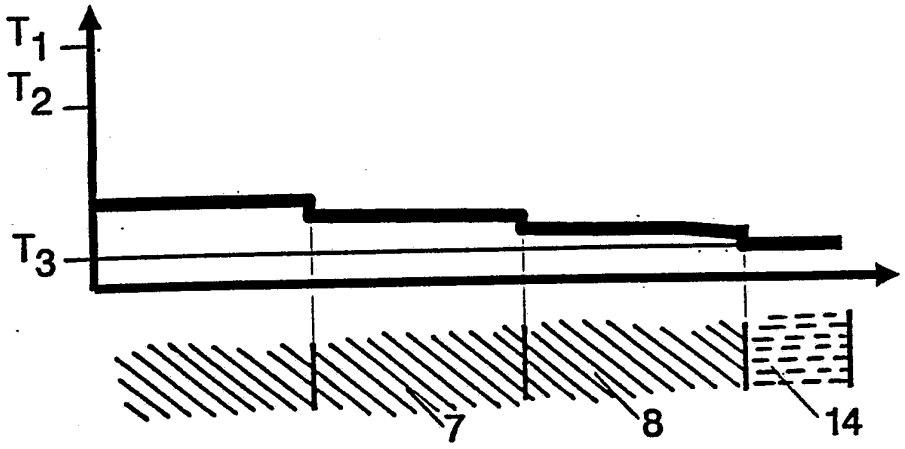


Fig. 3c

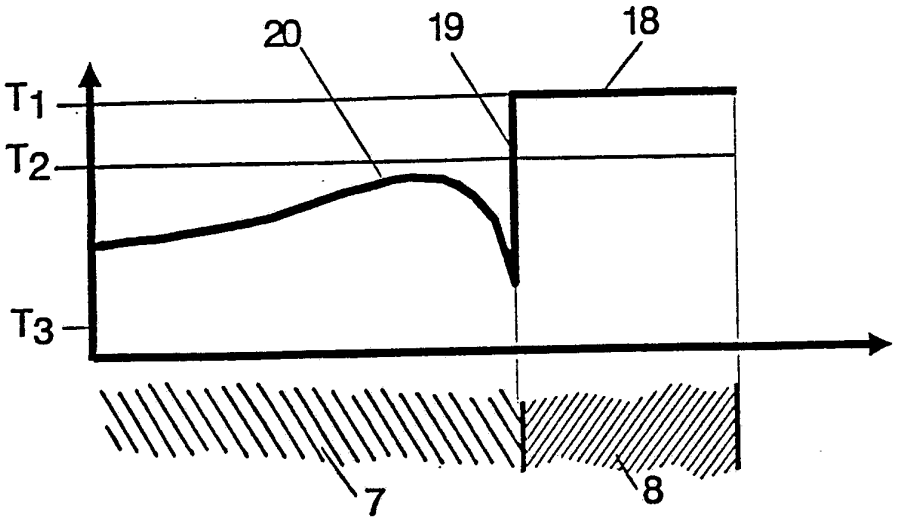


Fig. 4a

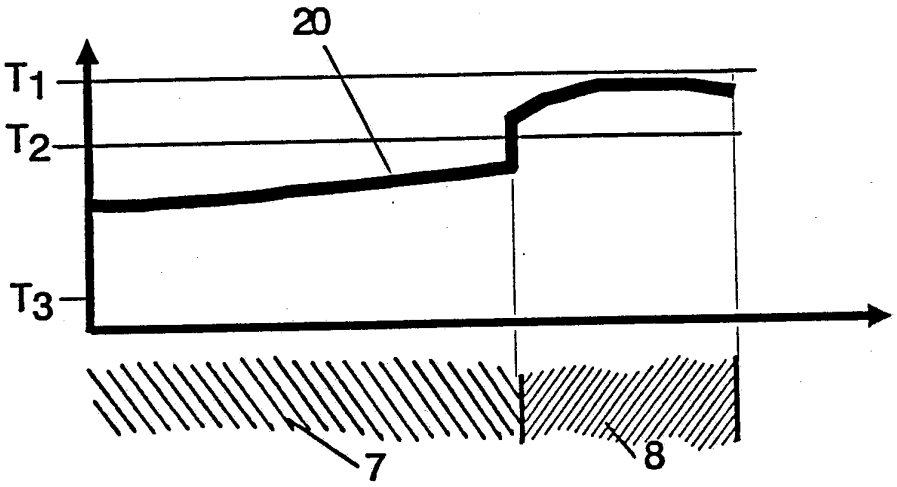


Fig. 4b

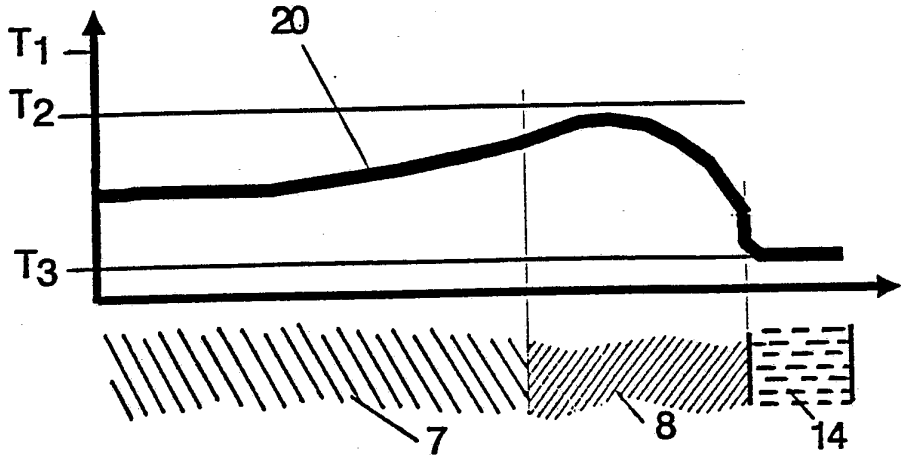


Fig. 4c

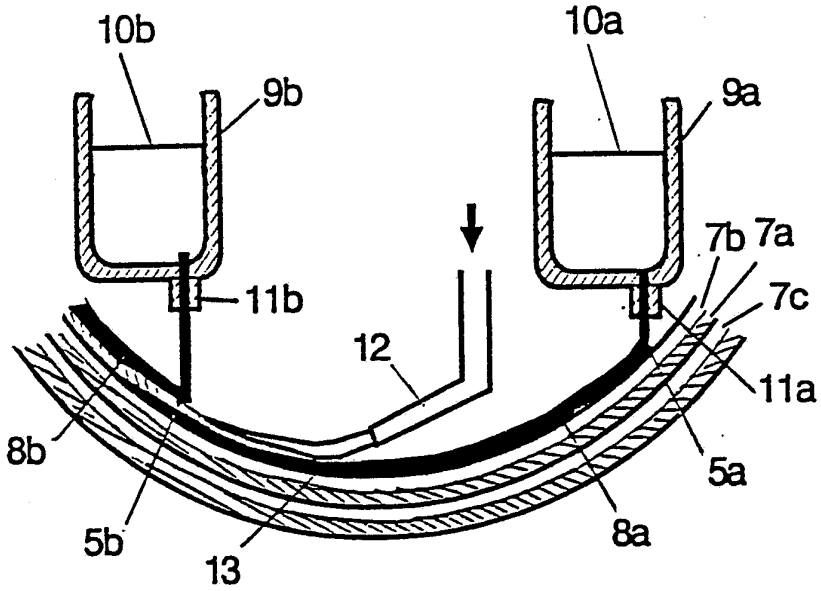


Fig. 5

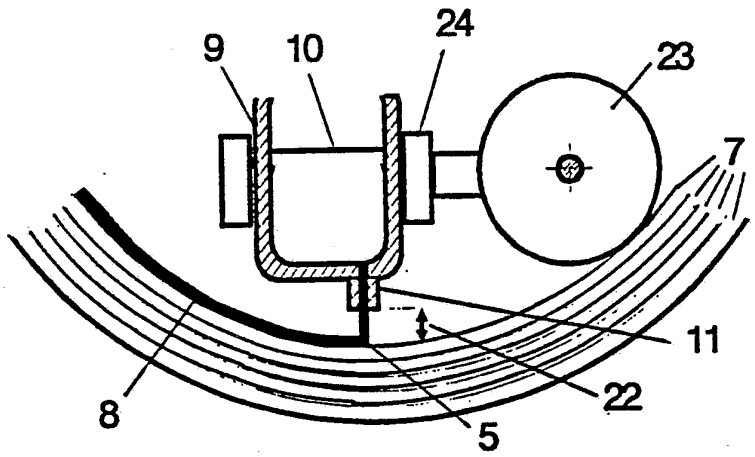


Fig. 6

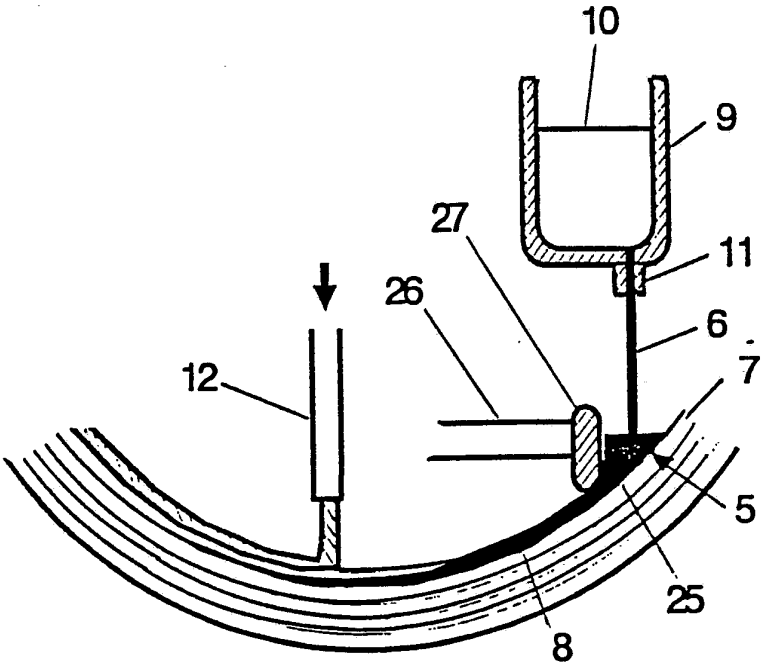


Fig. 7

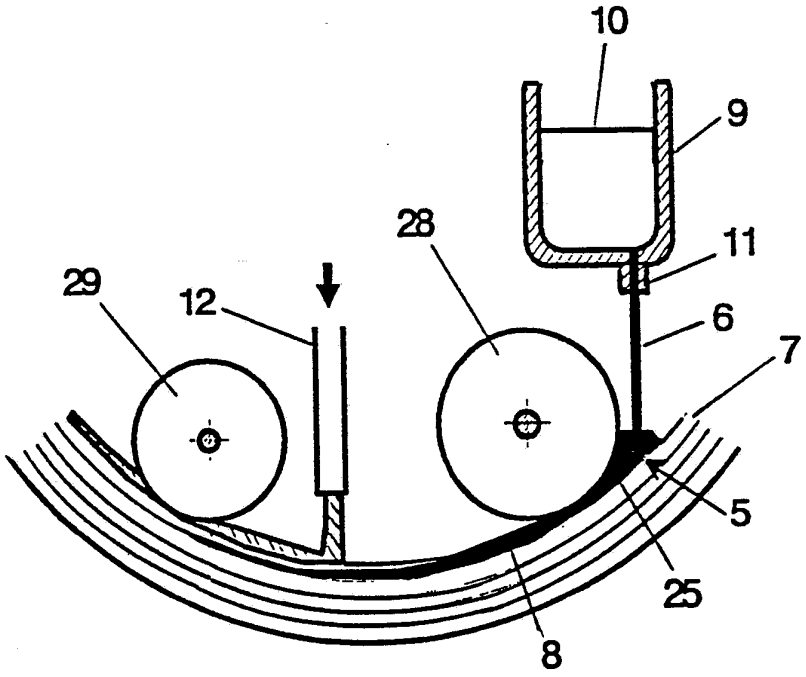


Fig. 8

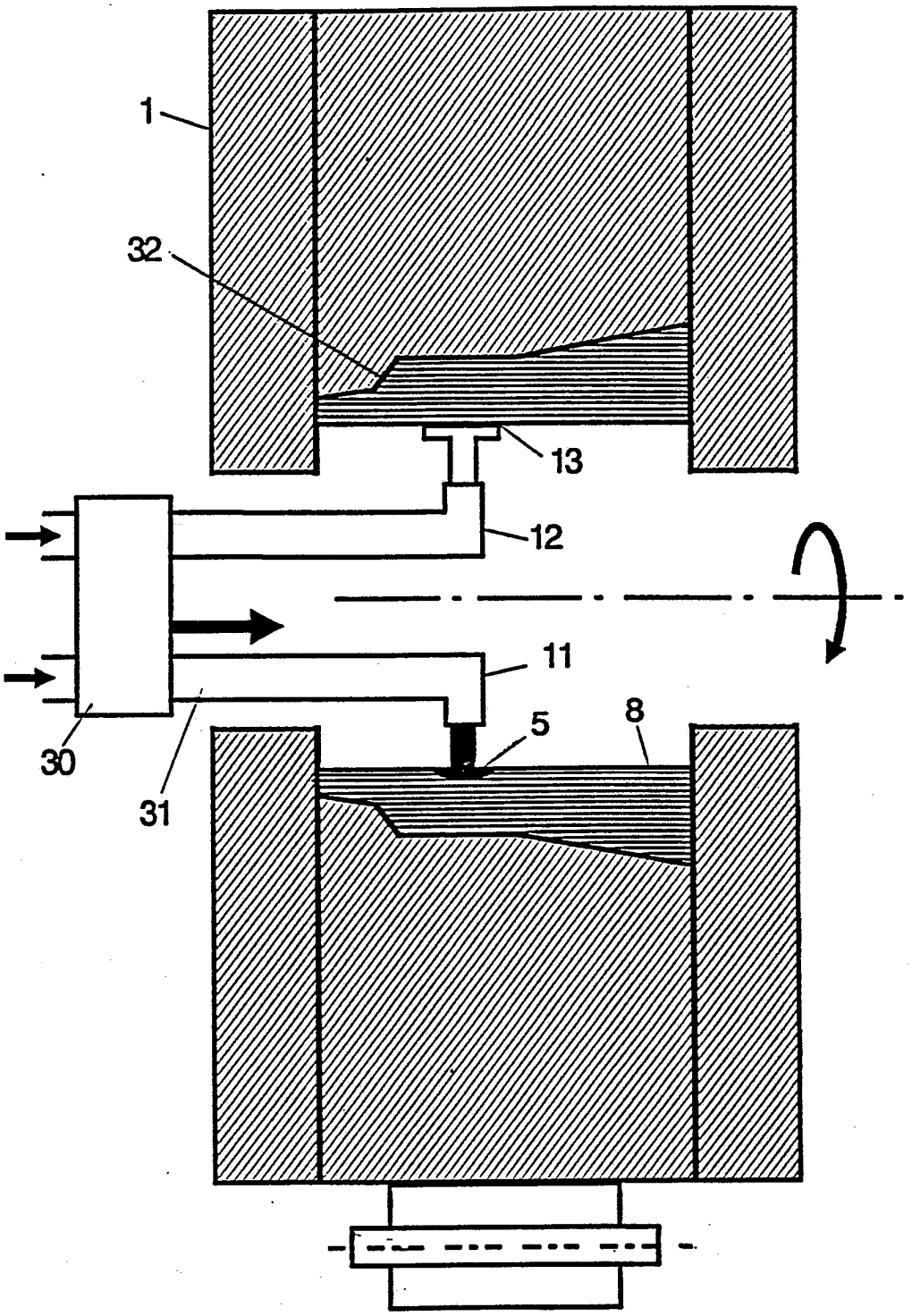


Fig. 9

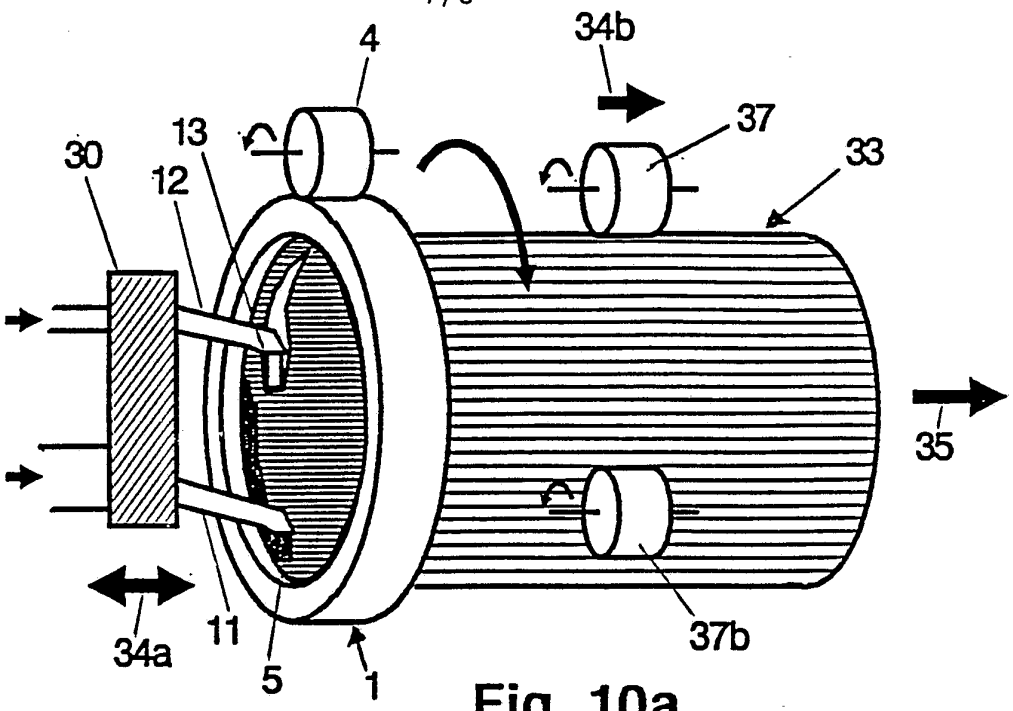


Fig. 10a

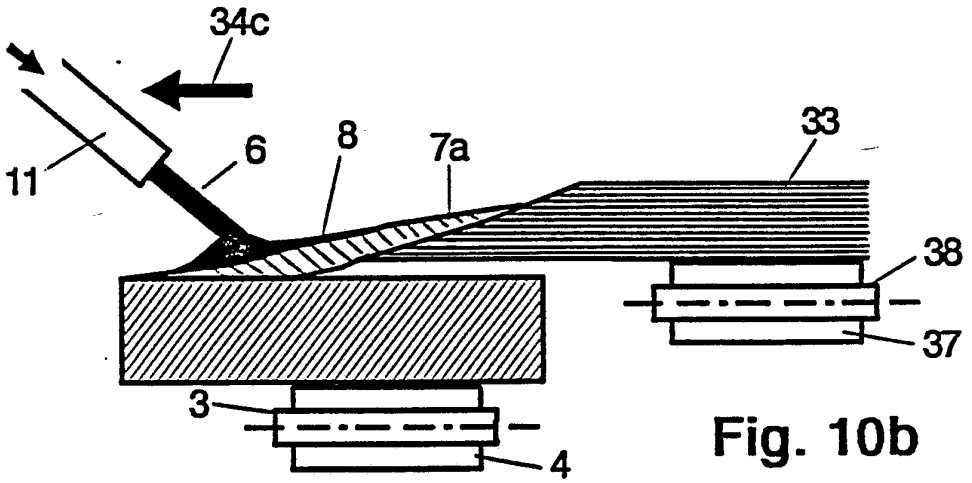


Fig. 10b

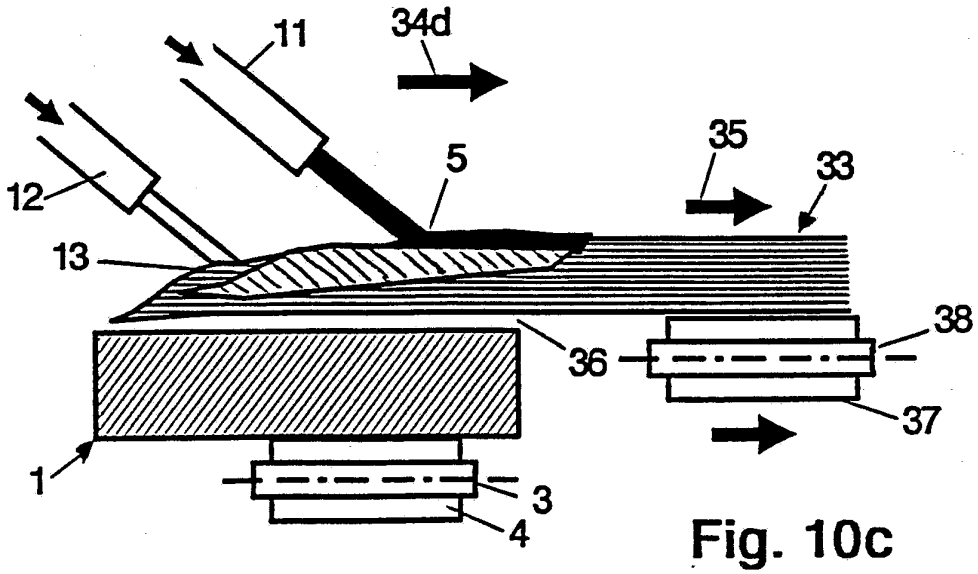


Fig. 10c

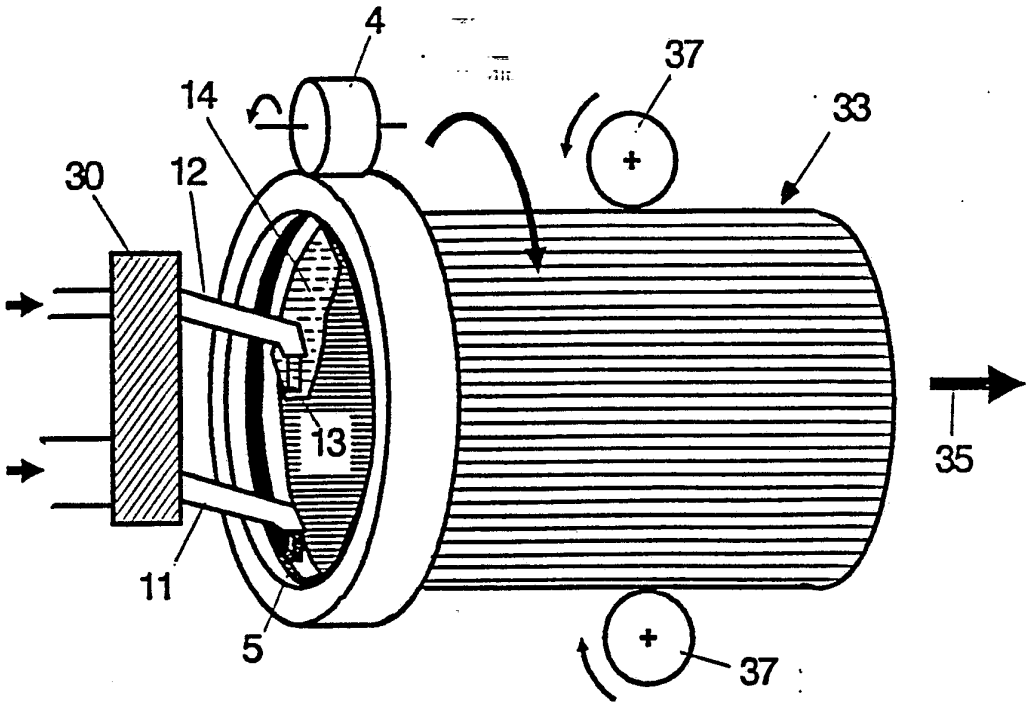


Fig. 11a

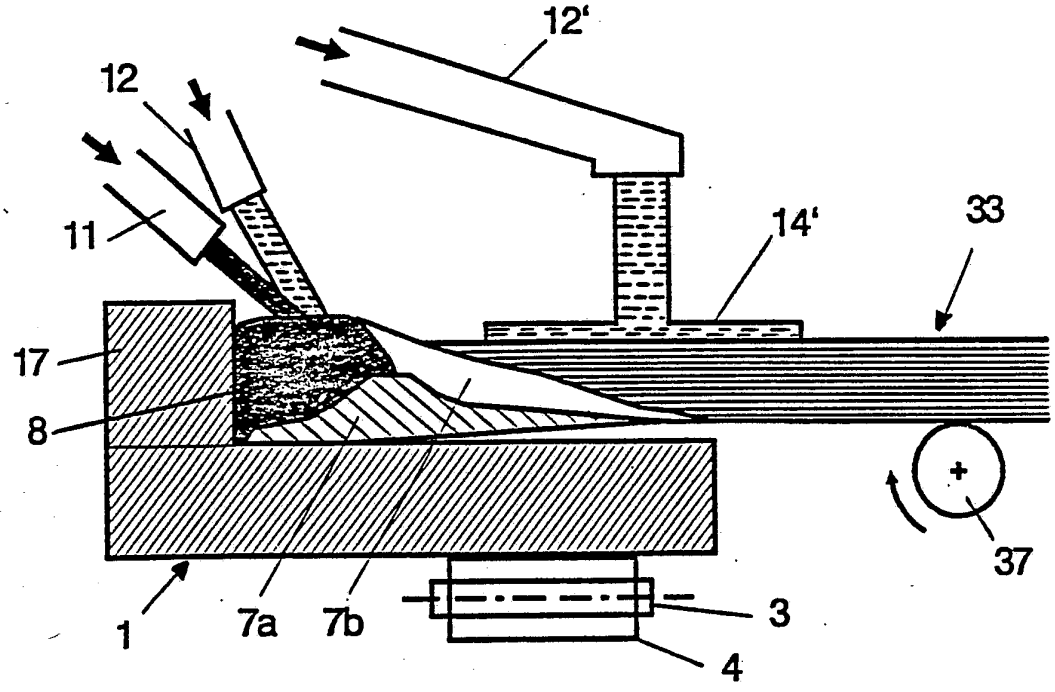


Fig. 11b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CH92/00096

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl^5 : B22D 11/06; B22D 11/00; B22D 27/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl^5 : B22D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 8, No. 150 (M-140)(1020) 10 August 1982 & JP, A, 57070062 (MITSUBISHI JOKOGYO KK) 30 April 1982 see abstract	1,3,5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 11, No. 50 (M-562)(2497) 17 February 1987 & JP, A, 61212449 (NIPPON STEEL CORP) 2 September 1986, see abstract	1,2,3
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 10, No. 307 (M-527)(2363) 18 October 1986 & JP, A, 61119355 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD) 6 June 1986 see abstract	1,2,3
A		1,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN ./.	1,3

☐ Further documents are listed in the continuation of ... ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 February 1993 (02.02.93)	10 March 1993 (10.03.93)
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CH92/00096

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Vol.6, No. 263 (M-181) 22 December 1982 & JP, A, 57156863 (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 28 September 1982 see abstract	
X	FR, A, 832120 (F. BARTSCHERER) 22 September 1938 see page 2, left-hand column, line 7 - line 36; figure 1	1,2,3,5, 10
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Vol. 15, No. 13 (M-1069) 11 January 1991 & JP, A, 2263542 (OCC CO LTD) 26 October 1990 see abstract	1,2,3
A	US, A, 2148802 (M. BUNKE) 28 February 1939	1
A	EP, A, 0090973 (TOKYO SHIBAURA DENKI KK) 12 October 1983 see abstract; figures 1,2	1

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. CH 9200096 SA 59222

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 02/02/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR-A-832120		None		
US-A-2148802		FR-A-	2102927	07-04-72
		FR-A-	2148802	23-03-73
		BE-A-	771935	31-12-71
		DE-A-	2143364	06-04-72
		GB-A-	1321327	27-06-73
		US-A-	3797811	19-03-74
EP-A-0090973	12-10-83	EP-A,B	0027473	29-04-81
		WO-A-	8002242	30-10-80
		US-A-	4428416	31-01-84

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 92/00096

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)[6]

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

Int.Kl. 5 B22D11/06; B22D11/00; B22D27/04

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff [7]

Klassifikationssytem	Klassifikationssymbole
Int.Kl. 5	B22D

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen [8]

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN [9]

Art.°	Kennzeichnung der Veröffentlichung[11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile[12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 8, no. 150 (M-140)(1020) 10. August 1982 & JP,A,57 070 062 (MITSUBISHI JOKOGYO KK) 30. April 1982 siehe Zusammenfassung ---	1,3,5
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 50 (M-562)(2497) 17. Februar 1987 & JP,A,61 212 449 (NIPPON STEEL CORP) 20. September 1986 siehe Zusammenfassung ---	1,2,3

-/--

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen [10]:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder menreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
02.FEBRUAR 1993	10. 03. 93
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
EUROPAISCHES PATENTAMT	MAILLIARD A.M.

III. EINSCHLAGIGE VEROFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 307 (M-527)(2363) 18. Oktober 1986 & JP,A,61 119 355 (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD) 6. Juni 1986 siehe Zusammenfassung	1,2,3
A		11,12

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6, no. 263 (M-181)22. Dezember 1982 & JP,A,57 156 863 (MITSUBISHI JUKOGYO KK) 28. September 1982 siehe Zusammenfassung	1,3

X	FR,A,832 120 (F.BARTSCHERER) 22. September 1938 siehe Seite 2, linke Spalte, Zeile 7 - Zeile 36; Abbildung 1	1,2,3,5, 10

X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 13 (M-1069)11. Januar 1991 & JP,A,22 63 542 (OCC CO LTD) 26. Oktober 1990 siehe Zusammenfassung	1,2,3

A	US,A,2 148 802 (M.BUNKE) 28. Februar 1939	1

A	EP,A,0 090 973 (TOKYO SHIBAURA DENKI KK) 12. Oktober 1983 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2	1

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

CH 9200096
SA 59222

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 02/02/93
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR-A-832120		Keine		
US-A-2148802		FR-A-	2102927	07-04-72
		FR-A-	2148802	23-03-73
		BE-A-	771935	31-12-71
		DE-A-	2143364	06-04-72
		GB-A-	1321327	27-06-73
		US-A-	3797811	19-03-74
EP-A-0090973	12-10-83	EP-A,B	0027473	29-04-81
		WO-A-	8002242	30-10-80
		US-A-	4428416	31-01-84

EPO FORM P0473