

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : B22D 11/124	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 82/ 02160 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Juli 1982 (08.07.82)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP81/00191 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Dezember 1981 (11.12.81) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 30 48 711.7 (32) Prioritätsdatum: 23. Dezember 1980 (23.12.80) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HAMBURGER STAHLWERKE GMBH [DE/DE]; Dradenaustrasse 33, D-2103 Hamburg 95 (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RUDOLPH, Günter [DE/DE]; Drosselstieg 1a, D-2155 Jork (DE). STERCKEN, Karl [DE/DE]; Am Gannaberg 4, D- 2107 Rosengarten 2 (DE). FÖRSTER, Eckehard [DE/ DE]; Vosskamp 16, D-2105 Seevetal 6 (DE).		(74) Anwälte: KRAMER, Reinhold usw. Blumbach, Weser, Bergen, Kramer, Zwirner, Hoffmann (Patentanwäl- te); Radeckstrasse 43 D-8000 München 60 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: FI, JP, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: METHOD FOR COOLING CAST STEEL INGOTS

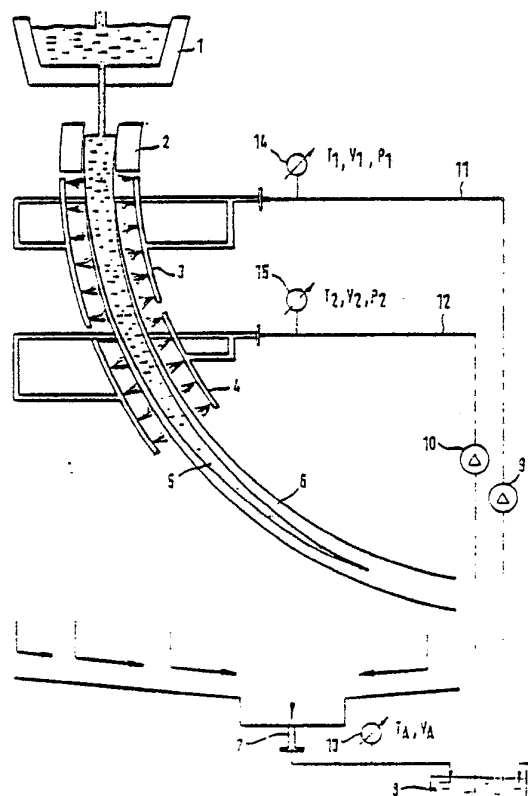
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM KÜHLEN VON STRÄNGEN BEIM STRANGGIESSEN VON STAHL

(57) Abstract

In the method for cooling steel ingots containing from 0.05 to 1.1 % of carbon by weight, in order to limit the sweat, the ingots are cooled very intensively in a first step (3) and less intensively in a second step (4).

(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Kühlen von Strängen beim Stranggießen von Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,05 bis 1,1 Gewichts%, bei dem zum Erzeugen von Knüppeln mit verringerten Seigerungen in einer ersten Stufen (3) sehr intensiv und in einer zweiten Stufe (4) weniger intensiv gekühlt wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	KP	Demokratische Volksrepublik Korea
AU	Australien	LI	Liechtenstein
BE	Belgien	LK	Sri Lanka
BR	Brasilien	LU	Luxemburg
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MC	Monaco
CG	Kongo	MG	Madagaskar
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Sowjet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika

1

5

10 Verfahren zum Kühlen von Strängen beim Stranggießen von
Stahl

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Kühlen von
Strängen beim Stranggießen von Stahl gemäß dem Ober-
begriff des Patentanspruchs 1.

Bei einer Reihe von Stahlprodukten, z.B. hochkohlenstoff-
20 haltigen Stahldrähten, werden die technologischen Eigen-
schaften durch Seigerungen fühlbar verschlechtert. Diese
Seigerungen können auch bei der heute allgemein ange-
wandten Patentierung derartiger Drähte aus der Walzhitze
zur Bildung spröder Phasen an den Seigerungsstellen füh-
25 ren - häufig als "Martensit" bezeichnet - die die Zieh-
fähigkeit des Drahtes sehr stark herabsetzen.

Während sich beim Blockguß die Seigerungen im oberen Drit-
tel des Blockes befinden und durch entsprechendes Schopfen
30 entfernt werden können, verteilen sie sich beim Strang-
guß über die gesamte Stranglänge und können durch Ab-
schneiden nicht entfernt werden. Ihre negativen Auswir-
kungen sind beim sogenannten kleinformatigen Strangguß
- Abmessungen von 100 bis 140 mm Kantenlänge - größer als
35 beim großformatigen Strangguß - d.h. Vorblockformaten von
200 - 300 mm Kantenlänge -, da die Verformung bis zum

1 fertigen Walzprodukt bei den kleinen Gußformaten geringer
ist. Es sind seitens der Fachwelt bereits erhebliche
Anstrengungen unternommen worden, die Seigerungen im
Strangguß oder ihre negativen Auswirkungen auf das Walz-
5 produkt zu vermindern. Hierbei hat sich allgemein die
Auffassung herausgebildet, daß ein sogenanntes globuliti-
sches Gefüge mit geringen Seigerungen, ein dendritisches
Gefüge jedoch mit starken Seigerungen verbunden ist. Unter
einem globulitischen Gefüge wird hierbei ein Gefüge ver-
10 standen, bei dem die Kristalle keine bevorzugte Wachstums-
richtung haben, sondern regellos über den Querschnitt
verteilt sind. Fig. 1 stellt das Gefüge eines Strangguß-
knüppels mit einem großen Anteil eines derartigen
globulitischen Gefüges dar. Unter einem dendritischen
15 Gefüge wird hingegen ein Gefüge verstanden, bei dem die
überwiegende Wachstumsrichtung der Kristalle senkrecht
zur Strangoberfläche in das Metall hinein verläuft.
Fig. 2 zeigt das Schlibbild eines Stranggußknüppels mit
einem großen Anteil dendritischen Gefüges.

20 Wegen der Auffassung, dendritisches Gefüge würde die Sei-
gerungen begünstigen und globulitisches Gefüge vermindern,
haben sich die Bemühungen der Fachwelt darauf konzentriert,
den Anteil des globulitischen Gefüges zu erhöhen. Zu
25 diesem Zweck sind verschiedene Wege beschritten worden.

Eine Entwicklungsrichtung geht dahin, durch Rühren des
flüssigen Stahles im erstarrenden Strang die Ausbildung
einer dendritischen Struktur zu verhindern und damit Sei-
30 gerungen zu vermindern (siehe beispielsweise DE-C-
17 83 060). Die Rührwirkung wird im allgemeinen durch
elektromagnetische Rührvorrichtungen erreicht. In jedem
Fall sind aufwendige Vorrichtungen erforderlich.

35 Eine andere Entwicklungsrichtung, globulitisches Gefüge
zu erreichen, geht dahin, die Gießtemperatur sehr niedrig



1 zu halten. Hierbei ergeben sich in der Praxis Schwierig-
keiten dadurch, daß die Gießdüsen zum Verstopfen neigen.

Umfangreiche Untersuchungen mit der Zielsetzung, Seige-
5 rungen durch Gießen bei niedrigen Temperaturen oder durch
elektromagnetisches Rühren bei Stählen mit 0,3 bis 1,0 %
Kohlenstoff zu vermindern, hatten zum Ergebnis, daß zwar
eine leichte Verringerung der Seigerungen erreichbar ist,
10 daß diese Verringerung aber nicht ausreicht, um bei der
Produktion von Walzdraht aus solchen Stählen eine merk-
liche Verbesserung der technologischen Eigenschaften zu
erzielen. Bei Anwendung des elektromagnetischen Rührens
wurde sogar ein häufigeres Auftreten von "Martensit"
beobachtet.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Stahl-
stranggießverfahren für Stähle mit einem Kohlenstoffgehalt
von 0,05 bis 1,1 Gewichts%, insbesondere mit einem Koh-
lenstoffgehalt von 0,3 bis 1,0 Gewichts%, Knüppel mit ver-
20 ringerten Seigerungen zu erzeugen, aus denen vorzugsweise
Walzdraht mit verbesserten mechanischen und technologischen
Eigenschaften hergestellt werden kann. Insbesondere sollen
die Verhältnisse beim kleinformatigen Strangguß, d.h. bei
Abmessungen bis 140 mm Kantenlänge, verbessert werden. Es
25 soll auch verhindert werden, daß beim Vergüten des aus
einem Knüppel gewalzten Walzdrahtes an Seigerungsstellen
"Martensit" entsteht.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des
30 Anspruchs 1 gelöst. Weitere Merkmale der Erfindung sind
den Unteransprüchen zu entnehmen.

Es hat sich herausgestellt, daß sich entgegen der herr-
schenden Meinung insbesondere bei einem Stahl mit einem
35 Kohlenstoffgehalt von 0,3 bis 1 % die Seigerungen erheb-
lich vermindern lassen, wenn innerhalb der angegebenen



1 Grenzen sehr intensiv gekühlt wird. Dieser Effekt ist auch
bei hohen Gießtemperaturen und Gießgeschwindigkeiten
zu beobachten. Das Ausmaß der Verminderung der Seigerungen
reicht aus, um die technologischen Eigenschaften von Walz-
5 draht, der aus einem so erhaltenen Stränggußknüppel her-
gestellt wird, wesentlich zu verbessern. Auch das Auftre-
ten von "Martensit" an Seigerungsstellen nach dem Vergüten
des Walzdrahtes aus der Walzhitze wird entscheidend ver-
mindert.

10

Bei einer sehr intensiven Kühlung besteht die Gefahr, daß
an der Oberfläche oder im Innern des Knüppels Risse
auftreten. Dieses Problem ist nicht nur von Bedeutung bei
Stählen mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,3 bis 1 Gewichts-%
15 sondern auch bei Stählen mit geringerem Kohlenstoffgehalt,
wenn zur Erhöhung der Produktivität die Gießgeschwindig-
keit und die Intensität der Abkühlung erhöht werden. Das
Problem wird durch die kennzeichnenden Merkmale des
Anspruchs 4 gelöst.

20

Bei einer zweistufigen Kühlung innerhalb der in den An-
sprüchen 4 bis 6 angegebenen Grenzen treten keinerlei
Risse an der Oberfläche des Knüppels oder im Inneren des
Knüppels auf. An der Knüppeloberfläche wird eine sehr
25 feinkörnige Schicht gebildet, die die Anfälligkeit des
Knüppels gegen die Bildung von Rissen bei der Walzung
herabsetzt. Die in Fig. 3 dargestellte Makroätzung einer
geviertelten Knüppelscheibe zeigt diese feinkörnige
Schicht, die bei starker Kühlung im Mittel etwa 4 bis 10
30 mm an den Seitenflächen des Knüppels und bis zu 25 mm
an den Knüppelkanten beträgt.

Die Erfindung wird anhand von vier Fig. näher erläutert.
Es zeigen

35

Fig. 1 einen Schwefelabdruck vom Längsschnitt durch



1 die Mittelachse eines Knüppels mit einem
 großen Anteil an globulitischem Gefüge;

 Fig. 2 einen Schwefelabdruck vom Längsschnitt durch
5 die Mittelachse eines Knüppels mit einem
 großen Anteil an dendritischem Gefüge;

 Fig. 3 eine Makroätzung einer geviertelten Knüppel-
 scheibe aus verstärkt gekühltem Material mit
10 feinkörniger globulitischer Randzone;

 Fig. 4 in schematischer Darstellung eine Vorrichtung
 zur Durchführung des Verfahrens.

15 Fig. 4 stellt schematisch eine Stahlstranggießvorrichtung
 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dar.
 Aus einer Verteilerrinne 1 wird flüssiger Stahl in eine
 oszillierende gekühlte Stranggießkokille 2 gegossen, in
 der die Außenhaut während der langsamen Abwärtsbewegung
20 des Metallstrangs erstarrt. Hinter der Kokille sind zwei
 Kühlstufen 3 und 4 angeordnet, in denen der Strang an
 seinem gesamten Umfang gleichmäßig mit Wasser angespritzt
 wird. Der flüssige Sumpf des Metallstrangs ist mit 5, die
 erstarrte Strangschale mit 6 bezeichnet. Das gesamte ab-
25 laufende Spritzwasser wird in einer Sammelleitung 7 ge-
 sammelt und einem Wasserbehälter 8 zugeführt. Die Kühl-
 stufen 3 und 4 werden mittels Pumpen 9 und 10 über Lei-
 tungen 11 und 12 mit Spritzwasser aus dem Sammelbehälter 8
 versorgt. Der Spritzwasser-Sammelleitung 7 ist ein Gerät
30 13 zum Erfassen der Temperatur T_A und des Wasservolumen-
 stromes V_A des Abwassers und den Stufen 1 und 2 sind Ge-
 räte 14 bzw. 15 zum Erfassen der Wassertemperatur, des
 Wasservolumenstromes und des Wasserdrucks T_1 , V_1 , P_1 bzw.
 T_2 , V_2 , P_2 am Eingang der betreffenden Stufen zugeordnet.
35 Es sind außerdem nicht dargestellte Steuer- und Regelor-
 gane vorhanden, um die genannten Größen verändern zu

1 können. Die Aufteilung auf die beiden Stufen wird dadurch ermittelt, daß einmal Wasservolumenstrom V_A und Temperatur T_A des Abwassers bei Betrieb der beiden Stufen 1 und 2 und einmal nur bei Betrieb der Stufe 1 gemessen werden.

5

Bei der üblichen Herstellungsweise von Strangguß im Kohlenstoffbereich von 0,3 - 1,0%, beispielsweise bei einem quadratischen Format von 120 mm Kantenlänge und einer Gießgeschwindigkeit von 2,4 m/min wird der Strang unterhalb
10 der Kokille mit Wasser besprüht bei einem Wasservordruck von üblicherweise 3 bar, maximal jedoch 8 bar, bei einer Wassermenge von etwa 20 - 30 m³/h und Strang.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch Erhöhung
15 des Wärmeübergangskoeffizienten durch Intensivierung der Wasserkühlung an der Oberfläche der Knüppel die Kühlung verstärkt. Hierdurch wird eine Verringerung der Seigerungen erreicht.

20 Eine sehr intensive Kühlung führt bekanntlich zur Gefahr von Rissen an der Strangoberfläche. Diese Risse werden dadurch vermieden, daß die sehr intensive Kühlung bei dem genannten Knüppelformat und der genannten Gießgeschwindigkeit von 2,4 m/min auf eine Länge von etwa 2 m unter der
25 Kokille, d.h. auf eine Verweilzeit des Stranges von etwa 40 bis 60 sec begrenzt wird. Es stellt sich dann eine Oberflächentemperatur des Stranges von etwa 650°C bis 950°C ein. In diesem - im folgenden als Stufe 1 bezeichneten - Bereich werden dem Strang etwa 50 Wh/kg - 90 Wh/kg, entsprechend einer Abkühlgeschwindigkeit von etwa 65
30 Wh/(kg·min) - 100 Wh/(kg·min) entzogen. Im Anschluß an diese sehr intensive Kühlung wird über eine Verweilzeit des Stranges von etwa 30 bis 50 sec (beim angegebenen Format) mit verringerter Intensität gekühlt. Die entzogene Wärmemenge in diesem - im folgenden als Stufe 2 bezeichneten -
35



- 1 Bereich liegt für eine Stranggießanlage mit gebogener Strangführung unter den angegebenen Bedingungen bei 20 Wh/kg - 40 Wh/kg, entsprechend einer Abkühlgeschwindigkeit von 30 Wh/(kg·min) - 60 Wh/(kg·min). Bei einer Stranggießanlage mit gerader Strangführung liegen die Werte für 5 die entzogene Wärmemenge bei 20 Wh/kg - 80 Wh/kg, das heißt etwas höher.

- Die entzogene Wärmemenge (Wh) ist feststellbar aus der 10 aufgesprühten Wassermenge und ihrer Temperaturerhöhung vom Zu- zum Ablauf, d.h. $V_1 \cdot C_w \cdot (T_1 - T_A)$ für Stufe 1 und $V_2 \cdot C_w \cdot (T_2 - T_A)$ für Stufe 2, wobei C_w die spezifische Wärme des Wassers [1,163 Wh/(°C·kg Wasser)] bedeutet. Dieser Wärmemenge ist eine Wärmemenge hinzuzufügen, die durch 15 die Verdampfung von Kühlwasser entzogen wird. Der Rechnung wird zugrunde gelegt, daß 3,5 % des aufgesprühten Wassers verdampfen, wobei zum Aufheizen des verdampften Wassers von 20°C auf 100°C 93 Wh/kg Wasser erforderlich sind und die Verdampfungswärme 627 Wh/kg Wasser beträgt. Neben 20 der durch die Sprühkühlung hervorgerufenen Wärmeabfuhr durch erzwungene Konvektion werden dem Strang weitere Wärmemengen durch Strahlung, freie Konvektion und Wärmeleitung, z.B. an Führungsrollen, entzogen. Die letzten beiden Anteile sind bei einer Knüppelstranggießanlage 25 vernachlässigbar.

- Der Strahlungsanteil richtet sich nach der Strangoberflächentemperatur und vermindert sich daher mit zunehmender Intensität der Sprühkühlung relativ und absolut. Er 30 beträgt bei der erfindungsgemäß starken Kühlung in der ersten Stufe ca. 6% und in der zweiten Stufe ca. 10% der Gesamtwärmeabfuhr, während er bei üblicher Kühlung bei 15 bis 35% der Gesamtwärmeabfuhr liegt.

- 35 Vorzugsweise wird die Sprühkühlung in einer geschlossenen



1 Kammer durchgeführt. In diesem Fall wird auch der Strahlungsanteil an der Wärmeabfuhr letztlich über das Kühlwasser abgeführt und ist somit in den aus Wassermenge und Wassertemperaturerhöhung ermittelten Werten enthalten.

5 In diesem Fall ist also zu den über das abgeführte Kühlwasser ermittelten Werten lediglich noch die durch Verdampfung des Kühlwassers entzogene Wärmemenge zu berücksichtigen, die in der Regel zwischen 3,0 und 4,0 % der aufgesprühten Wassermenge liegt.

10 Geht man auf andere Gießgeschwindigkeiten oder auf andere Stranggußformate über, so muß die Kühlung so angepaßt werden, daß die Abkühlgeschwindigkeit in Wh/(kg·min) und die in den beiden Kühlstufen abgeführten Wärmemengen etwa
15 konstant bleiben.

Findet ein Richten des Stranges nicht statt, so kann die Stufe 2 verlängert und damit die in dieser Stufe entzogene Wärmemenge erhöht werden.

20 Die hohen, in der ersten Stufe der Sekundärkühlzone entzogenen Wärmemengen werden erreicht, indem gegenüber der üblichen Arbeitsweise der Druck und/oder die Menge des Kühlwassers heraufgesetzt wird. Wirtschaftlich vorteilhaft erscheint ein Vordruck P_1 des Kühlwassers von 15 - 30
25 bar.

Das Gefüge des in dieser Art erzeugten Stranggußmaterials hat einen hohen Anteil dendritischer Struktur, etwa entsprechend Fig. 2.
30

Die Randzone der auf diese Art hergestellten Knüppel hat - wie Fig. 3 zeigt - ein außerordentlich feinkörniges "globulitisches" Gefüge. Die Dicke der Randzone beträgt
35 mindestens 4 mm gegenüber üblicherweise 1 mm. Hierdurch wird erreicht, daß die Knüppel wesentlich widerstands-



1 fähiger gegen die Bildung von Rissen bei hohen Beanspru-
chungen bei der Walzung sind, da das dendritische Gefüge,
das empfindlich gegen Aufreissungen an der Korngrenze ist,
nicht so weit an die Oberfläche reicht.

5

Walzt man die auf diese Weise hergestellten Strangguß-
knüppel mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,3 - 1 % bei-
spielsweise zu Walzdraht aus, so stellt man fest, daß die
Seigerungen wesentlich verringert wurden gegenüber der
10 anfangs beschriebenen bekannten Arbeitsweise. Bei Drähten
mit den genannten Kohlenstoffgehalten werden die Seige-
rungen im Walzdraht üblicherweise nach einer Richtzahl
der Firma Bekaert beurteilt. Der durchschnittliche
Wert der Richtzahl bei 5,5 mm Draht im genannten Kohlen-
15 stoffbereich kann durch die beschriebene Arbeitsweise von
etwa 1,1 auf 0,6 herabgesetzt werden. Bei der Vergütung
aus der Walzhitze entsteht bei üblichem Mangangehalt des
Stahles bis zu 0,9 % und üblicher Abkühlgeschwindigkeit
bis zu 15°C/sec. auch an den verbliebenen Seigerungsstellen
20 des auf diese Art hergestellten Drahtes kein "Martensit"
mehr.

Der technische Fortschritt liegt darin, daß auf diese Art
aus kleinformatigem Strangguß ein Walzdraht erzeugt werden
25 kann mit geringen Seigerungen, der mit hohen Ziehgeschwin-
digkeiten verformt werden kann und der nach dem Ziehen bei
der sogenannten Biegeprüfung und bei der sogenannten Tor-
sionsprüfung hohe Werte aufweist, d.h. ein gutes plasti-
sches und elastisches Verhalten hat. Dieser Walzdraht kann
30 mit hohen Abkühlgeschwindigkeiten aus der Walzhitze ver-
gütet werden, ohne daß sich die "Martensit" genannte spröde
Phase an den Seigerungsstellen bildet.

Das Material neigt ferner bei hohen Beanspruchungen bei
35 der Walzung weniger zur Bildung von Rissen an der Ober-
fläche als normales Stranggußmaterial, wegen der verstärk-



1 ten globulitischen Randzone.

Ausführungsbeispiel:

- 5 Ein Stahl mit 0,65% C, 0,27% Si, 0,68% Mn, 0,12% P, 0,013% S, 0,05% Cu, 0,02% Cr und 0,01% Mo wurde im Strangguß vergossen. Die Gießtemperatur im Verteiler 1 der Stranggießanlage betrug 1530°C und lag damit 50°C über dem Liquiduspunkt. Der Stahl wurde in einer Stranggießanlage
- 10 mit gebogener Strangführung zu quadratischen Strängen mit einer Kantenlänge von 120 mm vergossen. Ein Strang dieser Anlage wurde in einer Sekundärkühlzone mit zwei Stufen 3 und 4 gekühlt. Die Gießgeschwindigkeit beträgt 2,5 m/min. Die erste Stufe 3 verstärkter Kühlung erstreckte sich von
- 15 der Kokille 2 in Gießrichtung des Stranges über eine Länge von 1,9 m, entsprechend einer Verweilzeit des Stranges von 46 sec. Hier wurde der Strang bei einem Vordruck P_1 von 22 bar vor den Sprühdüsen mit einer Wassermenge von 31 m³/h gekühlt. Dabei stellt sich an der Strangoberfläche
- 20 ein Wärmeübergangskoeffizient (durch Konvektion und Strahlung) von 1500 W/(m²·K) bis 1700 W/(m²·K) ein. Dies entspricht einer Abkühlgeschwindigkeit von 91 Wh/(kg·min) und einer entzogenen Wärmemenge von 70 Wh/kg. Der Anteil der durch Strahlung entzogenen Wärmemenge beträgt hierbei,
- 25 gerechnet mit einem Emissionsgrad von $\epsilon = 0,8$ 3,9 Wh/kg, das heißt 5,6%. Darauf folgte eine zweite Stufe 4 mit reduzierter Wasserkühlung einer Länge von 1,6 m entsprechend einer Verweilzeit von 38 sec. Hier lag der Vordruck P_2 vor der Düse bei 7 bar und die Wassermenge bei 12 m³/h.
- 30 Der Wärmeübergangskoeffizient betrug hier 800 W/(m²·K) bis 900 W/(m²·K), die Abkühlgeschwindigkeit 47 Wh/(kg·min) und die entzogene Wärmemenge 30 Wh/kg, mit einem Strahlungsanteil von 2,8 Wh/kg, das heißt 9,4%.
- 35 In den parallel laufenden Strängen wurden zum Vergleich in einer ersten Stufe in üblicher Weise gekühlt mit einem



- 1 Wasserdruck von 3 bar und einer Wassermenge von $14 \text{ m}^3/\text{min}$ pro Strang. Diese Wassermenge wurde in einer Sekundärkühlzone bei einer Verweilzeit von ebenfalls 46 sec aufgebracht. Dies entspricht einer Abkühlgeschwindigkeit von $50 \text{ Wh}/(\text{kg min})$
- 5 bzw. einer abgeführten Wärmemenge von 38 Wh/kg , mit einem Strahlungsanteil von $9,7 \text{ Wh/kg}$, das heißt 25,5%. Der Wärmeübergangskoeffizient betrug ca. $500 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bis $700 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
- 10 Das Material wurde in einer zweiadrigen Drahtstraße zu 5,5 mm Walzdraht ausgewalzt. Eine Untersuchung des Walzdrahtes im Schliffbild und Bewertung des Schliffes nach der Richtreihe der Firma Bekaert ergab für das gemäß der Erfindung verstärkt gekühlte Material einen Wert von 0,6
- 15 und für das in üblicher Weise gekühlte Material einen Wert von 1,4 im Durchschnitt. Während der Draht aus verstärkt gekühlten Knüppeln frei von "Martensit" war, wurden an 12% der Drähte aus normal gekühlten Knüppeln "Martensit" gefunden. Das erfindungsgemäß hergestellte
- 20 Material hatte eine Zugfestigkeit von 1050 N/mm^2 und wurde in einer Drahtzieherei mittels einer 6-stufigen Zugmaschine auf einen Durchmesser von 2,3 mm gezogen. Es hatte danach eine Zugfestigkeit von 1743 N/mm^2 und konnte über einen Radius von 7,5 mm 23 mal gebogen werden,
- 25 während das Vergleichsmaterial nur auf 17 Biegungen kam. Anschließend wurde das Material auf eine Dicke von 1,7 mm in einem Druck kaltgewalzt ohne Zwischenglühung. Bei dem verstärkt gekühlten Material ergaben sich keine Ausfälle, während das normal gekühlte Material nach der Kaltwalzung
- 30 auf 1,7 mm keine ausreichenden technologischen Eigenschaften mehr aufwies. Der Qualitätsunterschied drückt sich auch darin aus, daß die Gleichmaßdehnung des Bandes aus erfindungsgemäß hergestelltem Material 2,9% beträgt, während sie bei dem Vergleichsmaterial nur 1,8% betrug.

35

Die Seigerungskennzahlen und mechanisch-technologischen



- 1 Werte der aus diesen Chargen erzeugten Drähte sind sowohl für das stark gekühlte als auch für das Vergleichsmaterial den obenbeschriebenen Werten direkt vergleichbar.
- 5 Das erfindungsgemäße Verfahren ist insbesondere anwendbar auf einen Stahl der in den Ansprüchen 11 und 12 genannten Zusammensetzung.

10

15

20

25

30

35



1

5 Patentansprüche:

1. Verfahren zum Kühlen von Strängen beim Stranggießen von Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,05 bis 1,1 Gewichts% bei dem der aus der Stranggießkokille austretende Strang in einer Sekundärkühlzone mittels einer aufgesprühten Flüssigkeit gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß einer ersten Stufe (3) in der Sekundärkühlzone eine Wärmemenge von 50 Wh/kg bis 90 Wh/kg entzogen wird, wobei die Kühlung intensiv mit einer Abkühlgeschwindigkeit von 65 Wh/(kg·min) bis 100 Wh/(kg·min) erfolgt.
2. Stranggießverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Stufe (3) der Sekundärkühlzone eine Wärmemenge von 50 Wh/kg bis 80 Wh/kg entzogen wird.
3. Stranggießverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Stufe (3) die Abkühlgeschwindigkeit 75 Wh/(kg·min) bis 90 Wh/(kg·min) beträgt.
4. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einer sich anschließenden zweiten Stufe (4) eine Wärmemenge von 20 Wh/kg bis 80 Wh/kg mit einer verringerten Abkühlgeschwindigkeit von 30 Wh/(kg·min) bis 60 Wh/(kg·min) entzogen wird.
5. Stranggießverfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Stufe (4) der Sekundärkühlzone eine Wärmemenge von 30 Wh/kg bis 60 Wh/kg entzogen wird.

- 1 6. Stranggießverfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß in der zweiten Stufe
(4) die Abkühlgeschwindigkeit 35 Wh/(kg·min) bis 45 Wh/
(kg·min) beträgt.
- 5 7. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß der Wasser-
druck vor den Spritzdüsen der ersten Stufe (3) wenigstens
15 bar beträgt.
- 10 8. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
g e k e n n z e i c h n e t durch seine Anwendung beim
Stahlstranggießen von Knüppeln.
- 15 9. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
g e k e n n z e i c h n e t durch seine Anwendung beim
Gießen von Stahlsträngen eines runden, ovalen, rechtecki-
gen oder quadratischen Querschnitts von 2500 mm² bis
20000 mm², wobei das Achsenverhältnis bei einem ovalen
20 Querschnitt und das Seitenverhältnis bei einem rechtecki-
gen Querschnitt maximal 2:1 beträgt.
- 25 10. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
g e k e n n z e i c h n e t durch seine Anwendung auf
einen Stahl mit
- 0,05 bis 1,1 Gewichts% Kohlenstoff,
0,2 bis 1,7 Gewichts% Mangan,
0,1 bis 0,7 Gewichts% Silizium,
30 0 bis 1,7 Gewichts% Chrom,
0 bis 0,5 Gewichts% Nickel,
0 bis 0,3 Gewichts% Schwefel,

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen.



- 1 11. Stranggießverfahren nach Anspruch 10, g e k e n n -
z e i c h n e t durch seine Anwendung auf einen Stahl
mit
- 5 0,3 bis 1,00 Gewichts% Kohlenstoff,
0,3 bis 0,9 Gewichts% Mangan,
0,15 bis 0,4 Gewichts% Silizium,
0 bis 0,25 Gewichts% Chrom,
0 bis 0,30 Gewichts% Nickel,
10 0 bis 0,04 Gewichts% Schwefel,

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen.

12. Stranggießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis
15 11 g e k e n n z e i c h n e t durch seine Anwendung auf
Stahl eines Kohlenstoffgehalts von 0,4 bis 1 Gewichts%.

20

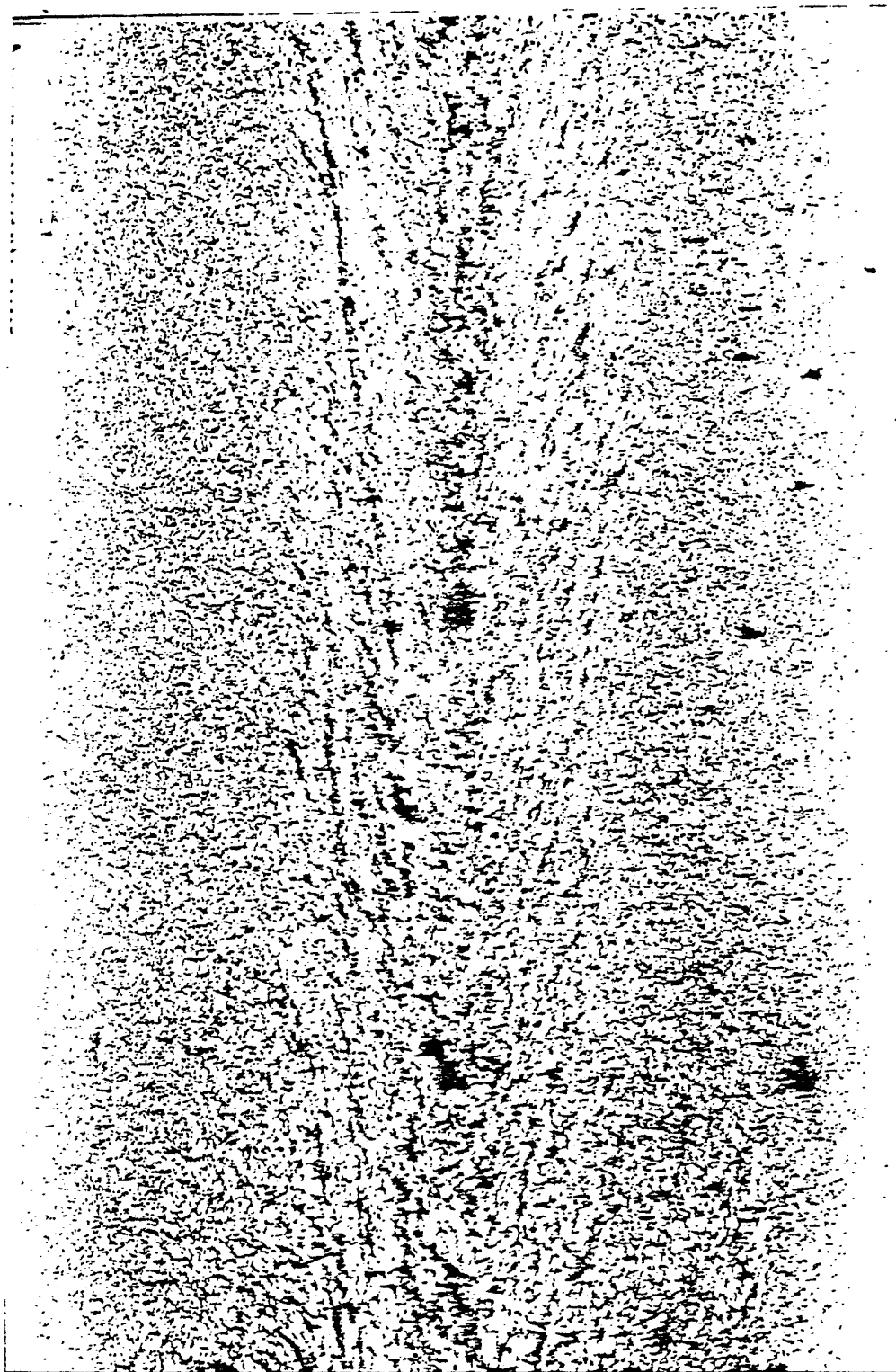
25

30

35

1/4

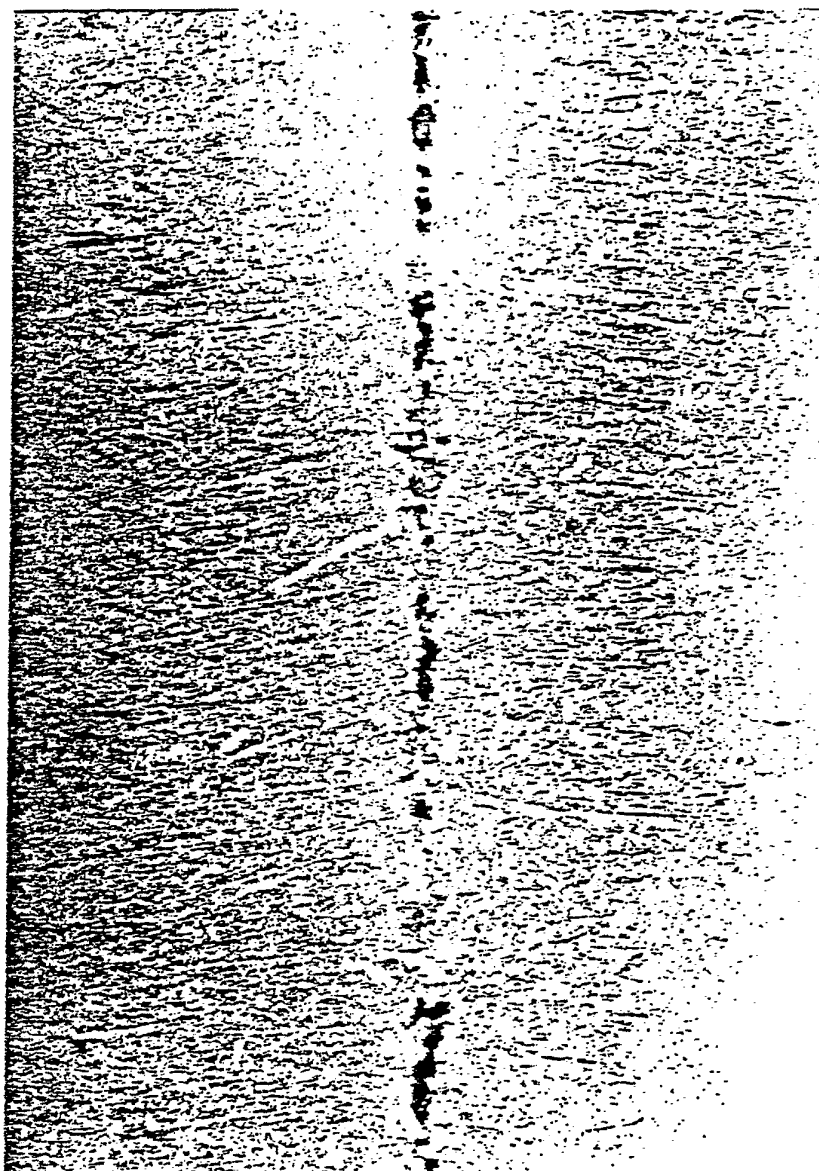
FIG. 1



(Stahl mit 0,76 % C, 0,22 % Si, 0,50 % Mn, 0,016 % P und 0,017 % S)

2/4

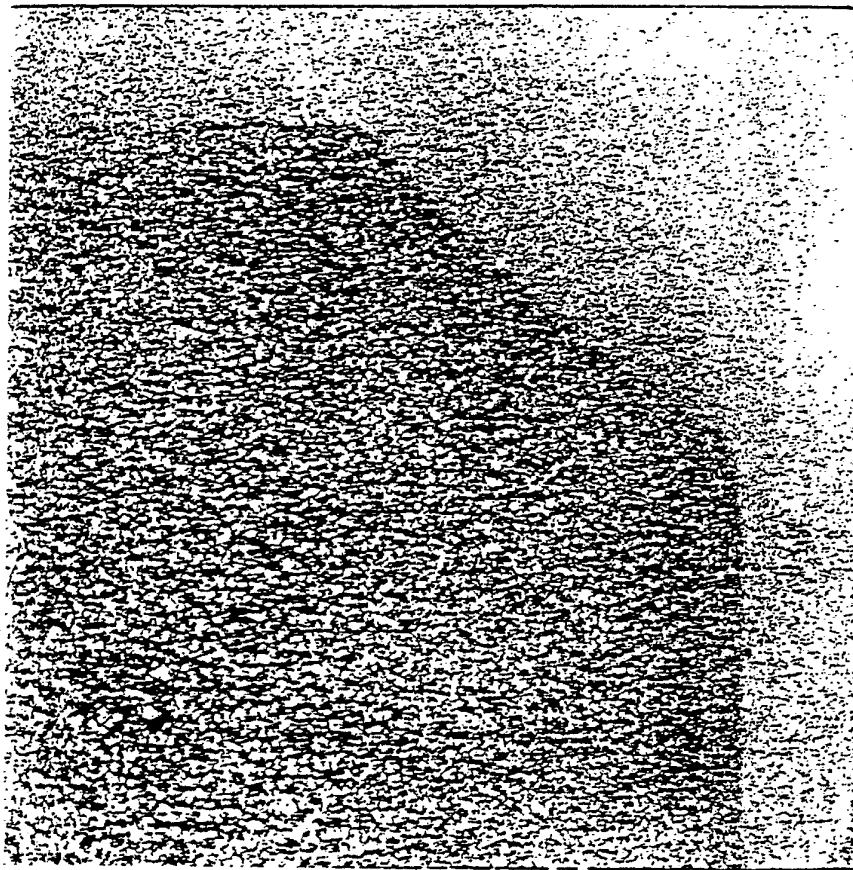
FIG. 2



(Stahl mit 0,56 %C, 0,22 % Si, 0,57 % Mn, 0,013 % P und 0,020 % S)

3 / 4

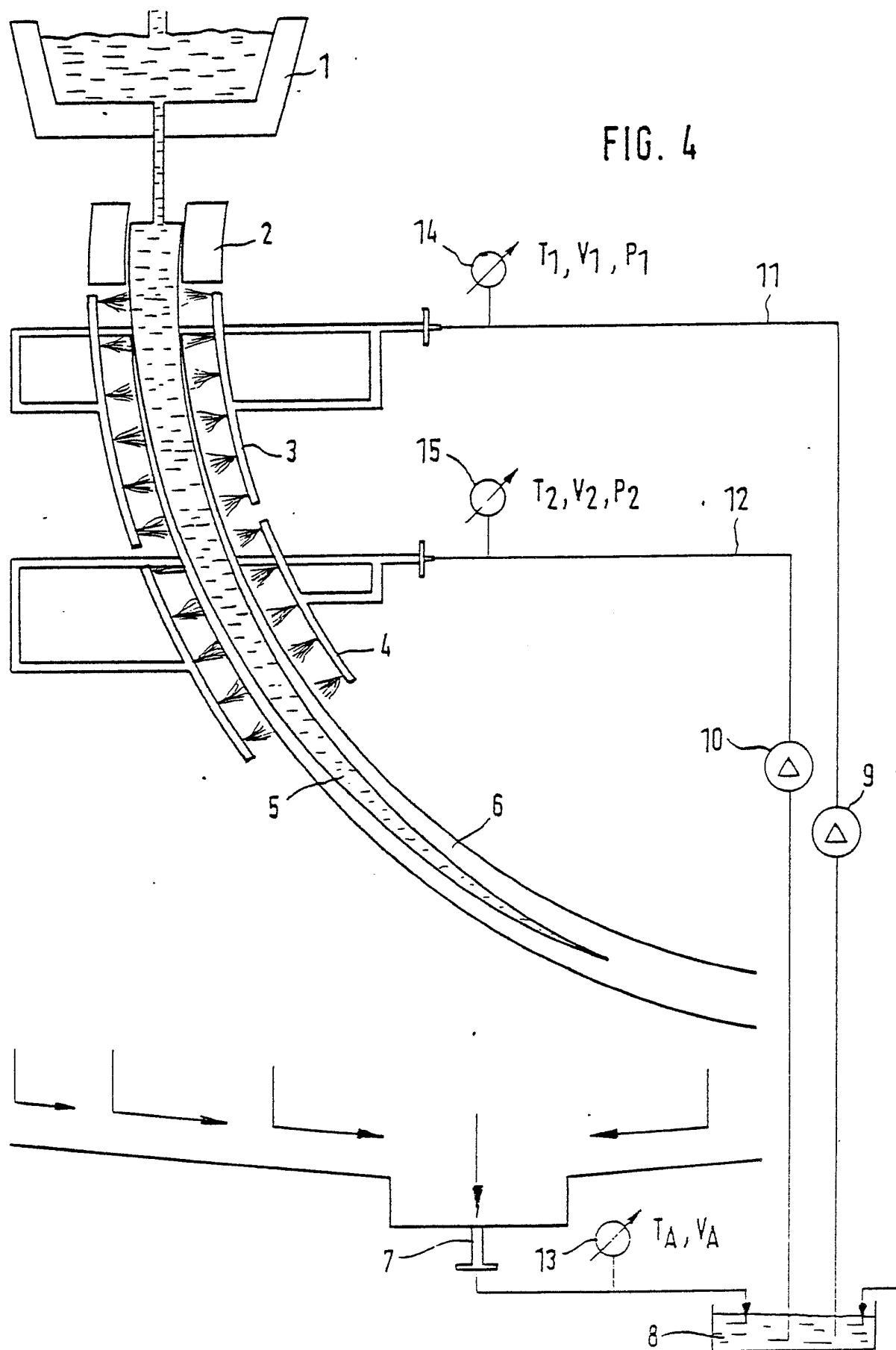
FIG. 3



(Stahl mit 0,66 % C, 0,22 % Si, 0,63 % Mn, 0,016 % P und 0,012 % S)

4 / 4

FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP 81/00191

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ³		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ³ : B 22 D 11/ 124		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁴		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ³	B 22 D	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁶		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴		
Category *	Citation of Document, ¹⁶ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
Y	DE, C, 806376 (P. BRENNER) 29 March 1951, see claim 1	1
Y	US, A, 3512574 (H.L.TAYLOR) 19 May 1970, see column 4, lines 67-75; column 5, lines 1-25 and 55-65	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11
Y	DE, B, 2165944 (MANNESMANN) 31 August 1972, see claim 4	7
A	US, A, 3918467 (R. ALBERNY) 11 November 1975	
A	US, A, 3693352 (DEMAG) 26 September 1972	
A	FR, A, 2034758 (KAISER ALUMINIUM) 18 December 1970	
* Special categories of cited documents: ¹⁵ "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 "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		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search ¹		Date of Mailing of this International Search Report ¹
10 March 1982 (10.03.82)		19 March 1982 (19.03.82)
International Searching Authority ¹		Signature of Authorized Officer ¹⁰
European Patent Office		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 81/00191

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ³ Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl. ³ : B 22 D 11/124																				
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff⁴ <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Klassifikationssystem</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Klassifikationssymbole</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Int.Kl.³</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">B 22 D</td> </tr> </table> Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁵			Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	Int.Kl. ³	B 22 D														
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole																			
Int.Kl. ³	B 22 D																			
III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁶ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Art⁷</th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile⁷</th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Betr. Anspruch Nr.⁸</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">DE, C, 806376 (P.BRENNER) 29. März 1951, siehe Patentanspruch 1 -- </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 3512574 (H.L.TAYLOR) 19. Mai 1970, siehe Spalte 4, Zeilen 67-75; Spalte 5, Zeilen 1-25 und 55-65 -- </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">1, 2, 3, 8, 9, 10, 11</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">DE, B, 2165944 (MANNESMANN) 31. August 1972, siehe Anspruch 4 -- </td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 3918467 (R.ALBERTY) 11. November 1975 -- </td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 3693352 (DEMAG) 26. September 1972 ./. </td> <td></td> </tr> </tbody> </table> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen⁹: "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 erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist			Art ⁷	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ⁷	Betr. Anspruch Nr. ⁸	Y	DE, C, 806376 (P.BRENNER) 29. März 1951, siehe Patentanspruch 1 --	1	Y	US, A, 3512574 (H.L.TAYLOR) 19. Mai 1970, siehe Spalte 4, Zeilen 67-75; Spalte 5, Zeilen 1-25 und 55-65 --	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11	Y	DE, B, 2165944 (MANNESMANN) 31. August 1972, siehe Anspruch 4 --	7	A	US, A, 3918467 (R.ALBERTY) 11. November 1975 --		A	US, A, 3693352 (DEMAG) 26. September 1972 ./.	
Art ⁷	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ⁷	Betr. Anspruch Nr. ⁸																		
Y	DE, C, 806376 (P.BRENNER) 29. März 1951, siehe Patentanspruch 1 --	1																		
Y	US, A, 3512574 (H.L.TAYLOR) 19. Mai 1970, siehe Spalte 4, Zeilen 67-75; Spalte 5, Zeilen 1-25 und 55-65 --	1, 2, 3, 8, 9, 10, 11																		
Y	DE, B, 2165944 (MANNESMANN) 31. August 1972, siehe Anspruch 4 --	7																		
A	US, A, 3918467 (R.ALBERTY) 11. November 1975 --																			
A	US, A, 3693352 (DEMAG) 26. September 1972 ./.																			
IV. BESCHEINIGUNG <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Datum des Abschlusses der internationalen Recherche¹</td> <td style="width: 50%; border: 1px solid black; padding: 5px;">Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts²</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">10. März 1982</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">19. März 1982</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Internationale Recherchenbehörde¹</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px;">Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten²</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Europäisches Patentamt</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">G. L. M. KRUYDENBERG</td> </tr> </table>			Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ¹	Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts ²	10. März 1982	19. März 1982	Internationale Recherchenbehörde ¹	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ²	Europäisches Patentamt	G. L. M. KRUYDENBERG										
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ¹	Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts ²																			
10. März 1982	19. März 1982																			
Internationale Recherchenbehörde ¹	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ²																			
Europäisches Patentamt	G. L. M. KRUYDENBERG																			

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (FORTSETZUNG VON BLATT 2)		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ¹⁶ soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
A	FR, A, 2034758 (KAISER ALUMINIUM) 18. Dezember 1970 -----	