

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 445 045 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
11.08.2004 Patentblatt 2004/33

(51) Int Cl. 7: B22D 11/04

(21) Anmeldenummer: 04002082.8

(22) Anmeldetag: 30.01.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK

(30) Priorität: 04.02.2003 DE 10304543

(71) Anmelder: SMS Demag Aktiengesellschaft  
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:  
• Wosch, Erwin, Dr.  
52222 Stolberg (DE)

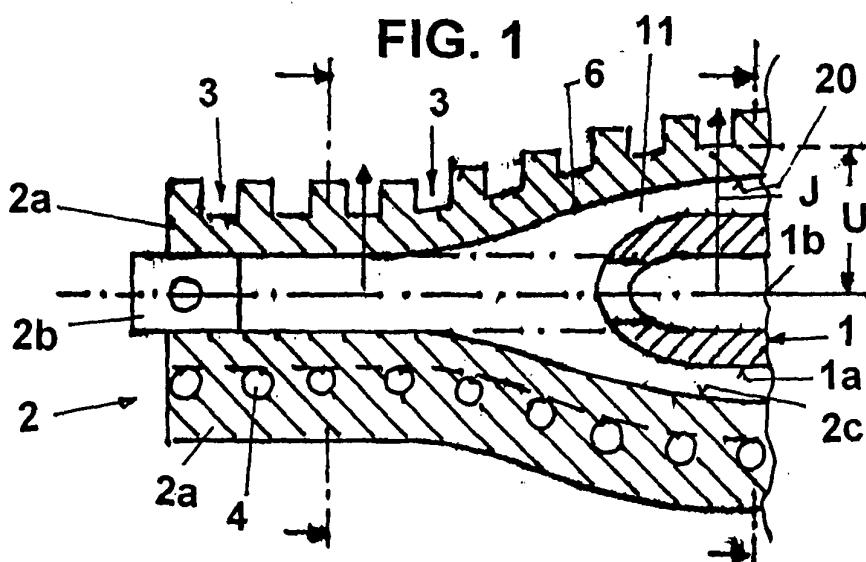
• Rahmfeld, Werner, Dr.  
45481 Mülheim a.d. Ruhr (DE)  
• Parschat, Lothar  
40885 Ratingen (DE)  
• Heidemann, Rolf-Peter, Dr.  
09526 Olbernhau (DE)  
• Pleschiutschnigg, Fritz-Peter, Prof. Dr.  
47269 Duisburg (DE)

(74) Vertreter: Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.  
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihske,  
Grosse,  
Hammerstrasse 2  
57072 Siegen (DE)

(54) **Verfahren und Einrichtung zum Stranggiessen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen**

(57) Ein Verfahren zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen (7) durch Eingießen in einen Tauchausguss (1), der in der Stranggießkokille (2) bis unter einen Gießspiegel (5) und ggfs. bis zu einem Trichterende (6a) zwischen den Breitseitenplatten (2a) reicht, strebt an, durch eine gleichmäßige Kühlung der Metallschmelze eine gleichmäßige Bildung der Strangschale zu erzielen,

wobei die Entwicklung unter der Prämisse der thermischen Behandlung von Stranggießkokille und Tauchausguss als Einheit steht und schlägt als Lösung vor, dass während der Abkühlung in dem Bereich des Wär mestrom-Schattens des Tauchausgusses (1) die Wärmeübergangszahl  $\alpha[W/m^2 \cdot K]$  derart abgesenkt wird, dass eine jeweils in einer horizontalen Höhenebene liegende Isotherme eine auf dem Umfang (20) gleichmäßige Strangschale (15) erzeugt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, durch Eingießen des Gießwerkstoffs in einen Tauchausguss, der in einer aus wassergekühlten Kupferplatten gebildeten und oszillierenden Stranggießkokille bis unter einen konstanten Gießspiegel und ggf. bis zu einem Trichterende zwischen den Breitseiten-Kupferplatten reicht und zumindest teilweise mit seiner Außenform der Innenform der Kupferplatten angenähert ist.

**[0002]** Die Anordnung eines solchen Tauchausgusses beeinflusst in erheblichem Maß die Qualität des sich in der Stranggießkokille bildenden Gießstranges. Ein damit verbundener Nachteil sind die Abmessungen, die wegen der Haltbarkeit für eine hohe Anzahl von Schmelzen oder seine Standfestigkeit bei Dauerbetrieb erforderliche dicke Wandungen voraussetzen. Diese Wandungen stellen einen Isolator für die Abführung der Wärme in die Kokillenplatten dar. Außerdem betragen die Zwischenräume zwischen der Tauchausguss-Wandung und der Kokillenplatte nur noch ca. 25 mm. Die Folge der Isolierung ist eine ungleichmäßige Wärmeabfuhr im Einflussbereich des Tauchausgusses, im Vergleich zu dem Bereich außerhalb des Tauchausguss-Schattens, so dass in der Mitte der Breitseiten-Kupferplatten die Strangschale schneller wächst, d.h. es wird dort mehr Energie in Form von Erstarrungswärme abgegeben, da die Überhitzungsenergie durch die Isolation des Tauchausgusses ein Defizit aufweist. Die Folgen einer solch schnellen Unterkühlung wurden bisher unterschätzt. In Extremfällen muss davon ausgegangen werden, dass der erkaltende Gießstrang im Wärmestrom-Schatten des Tauchausgusses "kalt gezogen" wird. So kann jetzt angenommen werden, dass dieses Abkühlverhalten zu unsymmetrischen, verzogenen, profilverzerrten, in der Dicke nicht gleichmäßigen Strängen und Spannungen und damit zu Längsrissen in der Strangschale sowie auch zu inneren Fehlern führt, die sich später bei der Weiterverarbeitung des Materials als große Nachteile darstellen. Wirtschaftliche Schäden in Form von Längsrissen können ferner an besonders empfindlichen Stahlsorten entstehen. So sind besonders peritektische Stahlgüten mit raum- oder flächenzentrierten Kristallgittern gefährdet. Die unterschiedliche Kühlung verursacht schließlich solche Spannungen im Gießstrang, dass die entstehenden Risse, die sogar mittels besonderen Flämm-Maschinen beseitigt werden mussten.

**[0003]** Normalerweise sind die Stranggießkokillen, insbesondere für dünne und dicke Brammen, für eine konstante Kühlkapazität in der Breite sowie auch in der Dicke, ausgedrückt in  $W / m^2$ , konstant ausgelegt. Dies erklärt sich über eine Anordnung als Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen über die Breite und konstante Wassergeschwindigkeit in jedem Kühlwasserkanal.

**[0004]** Das eingangs bezeichnete Verfahren ist aus

der WO 02/16061 A1 bekannt. Dieses Verfahren schlägt vor, die Breite der Kühlwasserkanäle in Gießrichtung in Abhängigkeit vom Wärmestromprofil über die Kokillenhöhe vom Kokilleneingang zum Kokillausgang zu reduzieren. Diese Maßnahme stellt zwar einen Schritt in die richtige Richtung dar, kann aber noch weiterentwickelt werden.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine gleichmäßige Kühlung der Metallschmelze eine gleichmäßige Bildung der Strangschale zu erzielen, wobei die Entwicklung unter der Prämisse der thermischen Behandlung von Stranggießkokille und Tauchausguss als Einheit stehen muss.

**[0006]** Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass während der Abkühlung in dem Bereich des Wärmestrom-Schattens des Tauchausgusses die Wärmeübergangszahl  $\alpha [W/m^2 \cdot K]$  partiell derart abgesenkt wird, dass eine jeweils in einer horizontalen Höhenebene liegende Isotherme eine auf dem Umfang gleichmäßige Strangschale erzeugt. Dadurch wird die Wirkung des Tauchausgusses in der Stranggießkokille berücksichtigt. Bisherige Unterschiede der Abkühlung im Wärmestrom-Schatten und außerhalb des Wärmestromschattens treten nicht mehr auf. Dadurch wird über die Isotherme eine gleichmäßige Abkühlung des Gießmetalls über den Umfang erzielt, so dass ein gleichmäßigeres Strangschalenwachstum erreicht wird.

**[0007]** Eine Weiterentwicklung des Erfindungsgedankens besteht ferner darin, dass die in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzten horizontalen Höhenlinien auf der Innenform der Breitseiten-Kupferplatte jeweils auf dem vollen Umfang der Innenform verlaufenden Isothermen durch partielle Änderung der Wärmeübergangszahl  $\alpha [W / m^2 \cdot K]$  funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses bis zur Mitte des Tauchausgusses erzeugt wird und dass gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle unterstützt wird. Das Absenken der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  erfolgt hier in Kombination mit der Wasserbedeckung und führt zu den genannten Vorteilen.

**[0008]** Eine weitere Variationsmöglichkeit wird ferner dadurch erzielt, dass die Isotherme durch Reduzieren der Wassermenge und / oder der Wassergeschwindigkeit in den Kupferplatten der Stranggießkokille gegenüber dem Tauchausguss erzeugt wird.

**[0009]** Eine andere Ausgestaltung als weitere Variation kann dahingehend eingesetzt werden, dass die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke der Kupferplatten und / oder einer aufgebrachten Nickel- oder Chromschicht erzeugt wird. Diese Maßnahme ist sowohl auf die konstruktive als auch auf eine wirtschaftliche Bauweise der Stranggießkokille gerichtet.

**[0010]** Die Ausgestaltungsmöglichkeiten richten sich weiter auf eine Variante, dass alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung einer mit dem Trichter versehenen Dünnbrammen- oder Dick-

brammen-Stranggießkokille im Einflussbereich des Tauchausgusses erzeugt oder unterstützt wird. Auch diese Variante ist eine unter konstruktiven oder wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu prüfende Möglichkeit eines entsprechend höheren Kupfereinsatzes.

**[0011]** Vorrichtungstechnisch löst die Einrichtung die Erfindungsaufgabe dadurch, dass in den Breitseiten-Kupferplatten auf die Länge des Einflussbereichs des Tauchausgusses die Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen auf eine derart abgesenkte Kühlwassergeschwindigkeit mittels veränderten Strömungskanal-Querschnitten und / oder auf eine partielle Wasserbedeckung ausgelegt sind, dass die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [W/m<sup>2</sup> • K] im Bereich des Tauchausguss-Schattens kleiner als im Bereich außerhalb des Schattens ist. Dadurch wird die Wirkung des Tauchausgusses berücksichtigt. Die isolierende Wirkung des Tauchausgusses kann dadurch ausgeglichen werden.

**[0012]** Die sich gegenüber den Breitseiten-Kupferplatten und dem Tauchausguss ergebende Einflussfläche wird in der Kokillenplatte dadurch eingegrenzt, dass die Kühlwasserkanäle oder die Kühlwasserbohrungen im Einflussbereich des Tauchausgusses mittels Einlegestücken oder konischen Stangen im Strömungsquerschnitt reduziert wird.

**[0013]** Dabei können die seitlichen Übergänge des Einfluss-Bereiches des Tauchausgusses niedrig und gestuft ausgeführt sein.

**[0014]** Eine Alternative oder eine Zusatzmaßnahme zu Wassergeschwindigkeits-Änderungen besteht darin, dass die Kühlwasserkanäle oder die Kühlwasserbohrungen im Einflussbereich des Tauchausgusses im Sinn einer partiell verminderter Wasserbedeckung ausgeführt sind. Diese besteht aus einer Vergrößerung der Abstände der Kühlwasserkanäle oder der Kühlwasserbohrungen und / oder einer Verkleinerung der Strömungsquerschnittsflächen (F).

**[0015]** Eine andere Alternative oder Zusatzmaßnahme ist ferner dadurch gegeben, dass die Dicke der Breitseiten-Kupferplatten im Einflussbereich des Tauchausgusses partiell vergrößert ausgeführt ist.

**[0016]** Diese Maßnahme kann, um sehr hohen Kupferdicken zu entsprechen, noch dahingehend ausgeführt sein, dass die Breitseiten-Kupferplatten auf der Heißseite mit einer Nickel- oder Chromschicht versehen ist.

**[0017]** Die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  kann aber auch durch eine andere Alternative oder Zusatzmaßnahme gesenkt werden, dass die Breitseiten-Kupferplatten im Einflussbereich des Tauchausgusses bei gegebenem Trichter mit einer Aufweitung des Trichters versehen sind.

**[0018]** Zur Erläuterung des Verfahrens ist eine Zeichnung beigelegt, die die vorausgesetzten Anlagenteile, Vorrichtungen u. dgl. darstellt.

**[0019]** Es zeigen:

Fig. 1 einen horizontalen Schnitt durch eine sym-

metrische Hälfte einer Stranggießkokille mit Tauchausguss als Einheit,

5 den zu Fig. 1 gehörenden vertikalen Mitten-schnitt durch die Stranggießkokille mit dem Tauchausguss,

Fig. 3A einen Teil-Querschnitt durch die Kupferplat-te mit Kühlwasserkanälen,

Fig. 3B einen vertikalen Teilschnitt durch den Gießspiegelbereich mit den einzelnen Me-dien-Längen (-Dicken),

10 Fig. 3C eine alternative Ausführungsform der Kühl-wasserkanäle als Kühlwasserbohrungen,

Fig. 4 einen Bereich der anzupassenden Wärme-übergangszahl  $\alpha$  als Funktion der Wasser-geschwindigkeit,

15 Fig. 5 eine an den Strömungs-Schattenbereich des Tauchausgusses angepasste Wasser-bedeckung,

Fig. 6 eine an den Schattenbereich des Tauch-ausgusses angepasste Kupferplattendicke,

20 Fig. 7 einen horizontalen Halbschnitt durch eine Trichteraufweitung in der Stranggießkokil-le,

Fig. 8 ein Wärme-Übergangs-Diagramm zwi-schen der Kupferplatte und Kühlwasser,

25 Fig. 9 einen senkrechten Schnitt mit Blickrichtung auf die Heißseite einer Breitseiten-Kupferplatte mit einem Horizontalschnitt des Gießstrangs im Zustand am Kokillenaus-gang,

30 Fig. 10 die Ansicht auf die Breitseiten-Kupferplatte in der Ebene der Kühlwasserkanäle oder Kühlwasserbohrungen,

Fig. 10A einen senkrechten Schnitt durch die Brei-seiten-Kupferplatte der Fig. 10 im Ein-flussbereich des Tauchausgusses und au-ßerhalb,

35 Fig. 11 einen horizontalen Schnitt A-A durch die Breitseiten-Kupferplatte im Einflussbereich des Tauchausgusses und

40 Fig. 12 einen horizontalen Schnitt B-B durch die Breitseiten-Kupferplatte außerhalb des Ein-flussbereichs des Tauchausgusses.

45 **[0020]** Als Beispiel für eine Stranggießkokille beliebi-gen Gießquerschnitts ist in Fig. 1 eine Einheit aus einem Tauchausguss 1 mit einer Dünnbrammen-Stranggießkokille 2, die aus zwei Breitseiten-Kupferplatten 2a und zwei Schmalseiten-Kupferplatten 2b be-stehen, vorgesehen. Die Kupferplatten 2a weisen ent-

50 weder schlitzförmige Kühlwasserkanäle 3 oder runde Kühlwasserbohrungen 4 auf. Der Tauchausguss 1 ist bis unter einen während des Gießens konstant geregel-ten Gießspiegel 5 eingetaucht. Für den Fall, dass die

55 Stranggießkokille 2 einen Trichter 6 mit einem Trichter-Ende 6a aufweist, reicht der Tauchausguss 1 in die ent-sprechende Tiefe. Der flüssige Stahlwerkstoff 7 strömt durch die seitlichen Öffnungen 8 in den Pfeilrichtungen

9 in die Seitenräume 10 und um die Außenform 1 a des Tauchausgusses 1 herum auch in den zwischen der Außenform 1a und der Breitseiten-Kupferplatte 2a verbleibenden Zwischenraum 11. Auf dem Gießspiegel 5 wird durch Aufgeben von Gießpulver eine Schlackenschicht 13 zum Schutz gegen Oxidation gebildet (Fig. 2). Die Kupferplatten 2a und 2b werden durch am Eingang 14a einfließendes und am Ausgang 14b abfließendes Kühlwasser gebildet, dessen Fließrichtung (Eingang 14b und Ausgang 14a) auch umgekehrt werden kann. In Fig. 3 ist die Lage des Tauchausgusses 1 von der Seite gesehen, die die Öffnungen 8 zeigt. Die Kupferplatten 2a bilden den Trichter 6, in den der Tauchausguss 1 auf einer unveränderbaren Höhe eingestellt ist. Die Abkühlung in den Kühlwasserkanälen 3 bewirkt eine stetig fortschreitende Erstarrung des Gießwerkstoffes von außen her, die zunächst zu einer gleichmäßig dicken Strangschale 15 führt. Die partielle Änderung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  und ggfs. die veränderte Wassergeschwindigkeit 16 zusammen mit der partiellen Wasserbedeckung 17 durch das am Eingang 14a einfließende und am Ausgang 14b abfließende Kühlwasser bewirken auf den verschiedenen Höhenlinien 18 auf dem vollen Umfang 20 der Innenform 2c eine zum Wärmestrom-Schatten des Tauausgusses 1 angepasste Wärmeabfuhr. Die Rückkühlung des erwärmten Kühlwassers, die Mengen und Geschwindigkeiten werden in dem die Kupferplatten 2a aufnehmenden Wasserkasten 19 durchgeführt bzw. eingestellt. In den Fig. 3A und 3C sind die Kühlwasserkanäle 3 als Kühlwasserschlitzte und als Kühlwasser-Bohrungen 4 dargestellt.

**[0021]** In Fig. 3B sind die Medien dargestellt, die die Wärmeströmung bei jeweils unterschiedlichen Widerständen durchdringen müssen. Hierbei werden (von rechts nach links gesehen) der flüssige Stahlwerkstoff 7 (St), der Stahl im Tauchausguss 1 (St/C), der Schlakenschmierfilm (SL), und die Kupferplatte 2 berücksichtigt.

**[0022]** Die Erfindung wirkt sodann derart, dass eine in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzte horizontale Höhenlinien 18 auf der Innenform 2c jeweils auf den vollen Umfang 20 der Innenform 2c verlaufende Isotherme durch die partielle Änderung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ] funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses (den äußeren Bereichen) bis zur Mitte 1b erzeugt wird, wobei gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung 17 (vgl. die Fig. 4 und 5) über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle 3; 4 unterstützt wird.

**[0023]** Die Erfindung beruht auf einer Analogie zum Ohm'schen Gesetz aus der Elektrotechnik, in der die Spannung  $U = \text{Widerstand } R \cdot \text{der Stromstärke } J$  ist. Dabei wird metallurgisch die Summe aller Teilwiderstände in mehreren Stoffen mit unterschiedlichen spezifischen Leitfähigkeiten  $\lambda$  [ $\text{W} / \text{m} \cdot \text{K}$ ] ermittelt. Der Gesamtwiderstand ergibt sich zu  $R_i = (l/\lambda \cdot F)$ , mit  $l = \text{Länge [m]}$  und  $F = \text{Fläche [m}^2]$ , wobei der Medienwiderstand  $R_i$  mit den in der Bezugszeichenliste angegebenen natürli-

chen Leitfähigkeitswerten  $\lambda$  berechnet wird.

**[0024]** Die angewendete Grundgleichung setzt  $l/\lambda$  gleich, einerseits für

- 5 - Stahl (einer Dünnbramme) (St)
- der Schlacke (SL)
- dem Kupfer (Cu)
- dem Kühlwasser **und andererseits mit**
- Stahl im Tauchausguss (St/C)
- 10 - der Keramik (Ref)
- dem Stahl im Verfahren (St)
- der Schlacke (SL)
- dem Kupfer (Cu)
- und dem Kühlwasser.

**[0025]** Die sich daraus errechnete Isotherme gilt für eine Änderung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  bzw. einer anzusetzenden Wassergeschwindigkeit, und führt bspw. zu einem Wert  $\alpha_{\text{Wasser}} = 1/-1,5 = -0,666$ , d.h. es findet eine Absenkung auf ein  $\alpha$  von ca. 2/3 anstelle 1,000 statt.

**[0026]** Nach einer alternativen Lösung kann eine solche in einer Höhenebene verlaufende Isotherme ergänzend durch Reduzieren der Kühlwassermenge und / oder der Kühlwasser-Geschwindigkeit 16 in den Kupferplatten 2a der Stranggießkokille 2 in dem Zwischenraum 11 gegenüber dem Tauchausguss 1 erzeugt werden (Fig. 4). Nach der vorstehend schon beschriebenen Berechnungsmethode wird die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  auf den Wert -0,666 von 1,000 gesenkt.

**[0027]** In Fig. 5 ist dazu noch eine Zusatzmaßnahme gezeigt, aufgrund deren diese Isotherme durch partielle Wasserbedeckung 17 über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle 3; 4 unterstützt wird. Die Wasserbedeckung 17 wird rechnerisch wiederum ermittelt durch Gleichsetzung der  $\lambda$ -Werte für den Tauchausguss-Werkstoff, die Kupferplatte 2, der Schlacke SL einerseits mit den Werten des Tauchausgusses 1, der Keramik, des Gießwerkstoffes 7, der Schlacke SL und der Kupferplatte Cu. Damit beträgt die Wasserbedeckung durch Änderung der Kühlslitze ca. -0,034. Somit sind (Fig. 5) im Schattenbereich des Tauchausgusses 1 weniger Kühlwasserschlitzte mit größerem Abstand anzutragen.

**[0028]** Eine weitere Alternative (Fig. 6) sieht vor, dass die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke 2d der Kupferplatte 2a erzeugt wird. Dazu werden wiederum die  $\lambda$ -Werte für den Gießwerkstoff Stahl (St), die Schlacke (SL) und für Kupfer (Cu) gleichgesetzt den  $\lambda$ -Werten für den Ausgusswerkstoff (St/C), der Ausguss-Keramik (Ref), dem Gießwerkstoff Stahl (St), der Schlacke (SL) und der Kupferplatte (Cu). Daraus errechnet sich eine theoretische Kupferdicke im Schattenbereich des Tauchausgusses von -725 mm als Widerstand, um die Strangschale im Schattenbereich nicht zu unterkühlen.

**[0029]** Eine weitere Alternative für eine geringere Wärmeabfuhr im Schattenbereich des Tauchausgusses

1 gegenüber Bereichen der Kupferplatten 2 ergibt sich durch die Gestaltung gemäß Fig. 7. Danach ist vorgesehen, dass alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung 21 einer mit dem Trichter 6 versehenen Dünnbrammen- oder Dickbrammen-Stranggießkokille 2 im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 erzeugt oder dadurch unterstützt wird. Die Berechnung erfolgt ebenfalls durch den vorgegebenen Berechnungsansatz mit den  $\lambda$ -Werten für Stahl (St), Schlacke (SL) und Kupferplatte (Cu) einerseits, die den  $\lambda$ -Werten für Stahl im Tauchausguss (St/C), der Keramik (Ref), dem Gießwerkstoff (St), der Schlacke (SL) und der Kupferplatte (Cu) gleichgesetzt werden. Aus der Gleichung errechnet sich  $I = -100$  mm, so dass der Zwischenraum 11 auf beiden Seiten des Tauchausgusses 1 auf ca. 50 mm aufgeweitet wird.

**[0030]** Aus Fig. 8 ist der Wärme-Übergang von der Kupferplatte 2a; 2b auf das Kühlwasser dargestellt. Das Diagramm zeigt, dass mit zunehmender Kühlwasser-Geschwindigkeit 16 die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [W / m<sup>2</sup> • K] ansteigt. Der Wasser-Standard WS liegt bei 46,  $\alpha_S$  = normiert als "1". Bei Wasser im Zentrum des Tauchausguss-Schattens mit  $\alpha_Z = 0,66 \cdot \alpha_S$  ergibt sich eine Kühl-Wasser-Geschwindigkeit von ca. 7 m/sec, die außerhalb des Einfluss-Bereichs des Tauchausgusses 1 auf 12 m / sec ansteigt.

**[0031]** Gemäß Fig. 9 sind die Wirkungen der Kühlung ohne (linke Hälfte) und mit (rechte Hälfte) der Absenkung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  ersichtlich. Im allgemeinen sind in den Breitseiten-Kupferplatten 2a die Kühlungskapazitäten KW gleich im Hinblick auf gleiche Ausführung der Kühlwasserschlitz 3 oder der Kühlwasserbohrungen 4. Ohne die erfundungsgemäßen Kühlungsmaßnahmen ergibt sich jeweils außen eine Strangoberflächentemperatur  $S_{N1}$  und eine gleiche Strangoberflächentemperatur  $S_{N2}$ , die beide einen Wert  $\alpha = 1$  aufweisen. Ebenso liegen die Strangoberflächentemperaturen  $T_{N1}$  und  $T_{N2}$  bei  $\alpha = 1$  außerhalb des Tauchausguss-Schattens. Jedoch liegen die Strangschalendicke  $S_{Z1}$  und die Strangschalentemperatur  $T_{Z1}$  links bei  $\alpha = 1$  und die Strangschalendicke  $S_{Z2}$  und die Strangschalentemperatur  $T_{Z2}$  bei  $\alpha < 1$ . Dementsprechend wird die Strangschalenstarzung im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 auch gleichmäßig.

**[0032]** Somit ergeben sich folgende Ergebnisse:

- a) Die Strangoberflächentemperatur  $T_{N1} > T_{Z1}$  außerhalb des Tauchausguss-Schattens.
- b) Die Strangschalentemperatur  $T_{Z2}$  ist gleich der Strangoberflächentemperatur
- c)  $T_{N2}$  außerhalb des Tauchausguss-Schattens.
- d) Die Strangschalendicke  $S_{Z2}$  (innerhalb des Einflusses des Tauchausgusses) ist gleich der Strangoberflächentemperatur  $S_{N1}$  (außerhalb des Ein-

flusses des Tauchausgusses).

e) Die Kühlkapazität  $KW_N$  ist bei  $\alpha = 1$  gleich der Kühlkapazität  $KW_Z$ .

f) Die Kühlkapazität  $KW_Z$  ist bei  $\alpha = 0,66$  kleiner der Kühlkapazität  $KW_N$ .

**[0033]** In Fig. 10 in Verbindung mit den Fig. 10A, 11 und 12 werden die vorrichtungstechnischen Maßnahmen deutlich. Gemäß Fig. 10A sind Einlegestücke 23 und 24 zur Änderung der Strömungsgeschwindigkeit in die Kühlwasserkanäle 3 eingefügt. Entsprechende konische Stangen 22 befinden sich in den Kühlwasserbohrungen 4. In Fig. 10A sind die im Einflussbereich des Tauchausgusses 1 befindlichen Kühlwasserkanäle 3 für Kühlwassergeschwindigkeiten 16 ausgelegt bei einem  $\alpha = 0,66$ .

**[0034]** Die außerhalb des Tauchausguss-Einflusses befindlichen Kühlwasserkanäle 3 sind mit den Einlegestücken 24 versehen (Fig. 12) oder mit den konischen Stangen 22 und arbeiten bei einer Wärmeübergangszahl  $\alpha = 1$ . Entsprechendes gilt für die Kühlwasserbohrungen 4 mit den konischen Stangen 22.

**[0035]** Der hier wesentliche Bereich des Einflusses des Tauchausgusses 1 (Fig. 11) zeigt einen stufenförmigen Anstieg von Einlegestücken 23 bis zum Bereich außerhalb des Tauchausguss-Einflusses mit den Einlegestücken 24 und mit Werten für  $\alpha = 0,66$  bis  $\alpha = 1,0$ .

#### Bezugszeichenliste

30

#### [0036]

1	Tauchausguss
1a	Außenform
35 1b	Mitte
2	(Dünnbrammen-) Stranggießkokille
2a	Breitseiten-Kupferplatte
2b	Schmalseiten-Kupferplatte
2c	Innenform
40 2d	veränderte Dicke
3	schlitzförmiger Kühlwasserkanal
4	Kühlwasserbohrung
5	Gießspiegel
6	Trichter
45 6a	Trichter-Ende
7	(flüssiger) Stahlwerkstoff
8	seitliche Öffnung
9	(Strömungs- oder) Pfeilrichtung
10	Seitenraum
50 11	Zwischenraum
12	Schlackeschmierfilm
13	Schlackeschicht
14a	Eingang
14b	Ausgang
55 15	Strangschale
16	Wassergeschwindigkeit
17	partielle Wasserbedeckung
18	Höhenlinie

19 Wasserkasten  
20 Umfang der Innenform  
21 Trichteraufweitung

St/C Stahl im Tauchausguss

### 1. Fortsetzung Bezugssachenliste

#### [0037]

22 konische Stange  
23 Einlegestück  
24 Einlegestück  
 $T_{N1}$  Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha=1$   
 $T_{N2}$  Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha<1$   
 $T_{z1}$  Strangschalentemperatur im Tauchausguss-Schatten bei  $\alpha = 1$   
 $T_{z2}$  Strangschalentemperatur im Tauchausguss-Schatten bei  $\alpha < 1$   
 $S_{N1}$  Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha = 1$   
 $S_{N2}$  Strangoberflächentemperatur außerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha = 1$   
 $S_{z1}$  Strangschalendicke innerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha = 1$   
 $S_{z2}$  Strangschalendicke innerhalb des Tauchausguss-Schattens bei  $\alpha < 1$   
KW Kühlkapazität [ W / m<sup>2</sup> ]  
 $\alpha$  Wärmeübergangszahl [W/m<sup>2</sup> • K]  
ws Wasser-Standard  
 $\alpha_S$  Wärmeübergangszahl / Standard = 1 (normiert)  
 $\alpha_Z$  im Zentrum des Tauchausguss-Schattens  
wZ Wasser im Zentrum des Tauchausgusses  
U Potentialdifferenz, Stahltemperatur und Wassertemperatur  
R Widerstand in allen Medien  
 $R_i$  Widerstand im Einzel-Medium  
J Wärmestrom in [ W / m<sup>2</sup> ]  
 $\lambda$  spezifische Wärmeleitfähigkeit in [ W / m • K ]  
I Dicke der spezifischen Medien zwischen Brammenmitte und Kokillenwasserkühlung in [ mm ]  
St flüssiger Stahlwerkstoff

### 2. Fortsetzung Bezugssachenliste

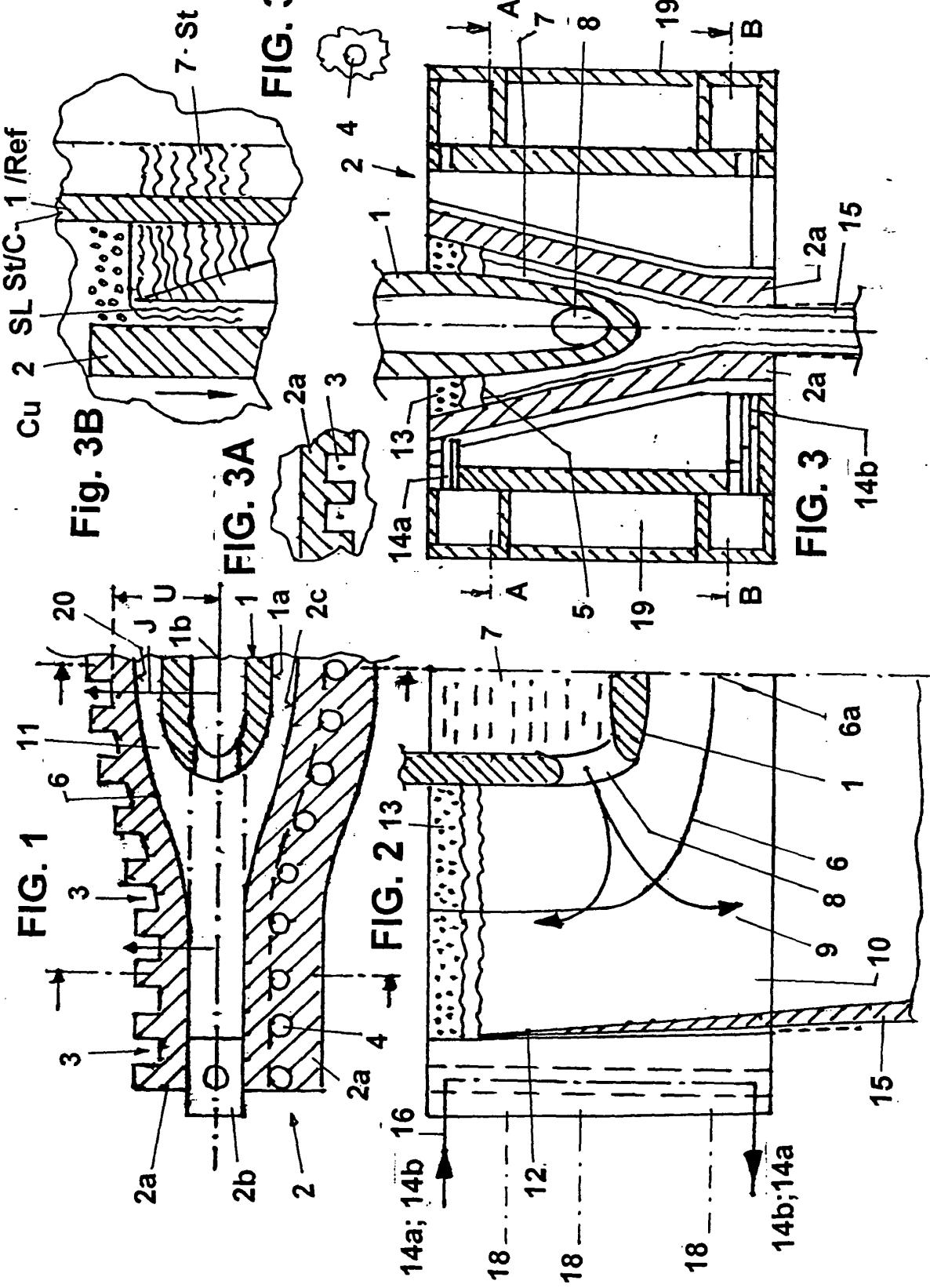
#### 5 [0038]

Ref Keramik; Feuerfest  
SL Schlackenschmierfilm  
Cu Kupferplatte zwischen Stahlwerkstoff und Kühlwasser  
F Strömungsquerschnittsfläche  
 $\lambda_{St/C} = 50\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$   
 $\lambda_{Ref} = 10\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$   
 $\lambda_{St} = 50\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$   
 $\lambda_{SL} = 10\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$   
 $\lambda_{Cu} = 300\text{ W}/\text{m} \cdot \text{K}$

### 20 Patentansprüche

1. Verfahren zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von flüssigen Stahlwerkstoffen, durch Eingießen des Gießwerkstoffs in einen Tauchausguss (1), der in einer aus wassergekühlten Kupferplatten (2a; 2b) gebildeten Stranggießkölle (2) bis unter einen konstanten Gießspiegel (5) und ggfs. bis zu einem Trichterende (6a) zwischen den Breitseiten-Kupferplatten (2a) reicht und zumindest teilweise mit seiner Außenform (1a) der Innenform (2c) der Kupferplatten (2a) angenehrt ist, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** während der Abkühlung in dem Bereich des Wärmestrom-Schattens des Tauchausgusses (1) die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [W/m<sup>2</sup> • K] partiell derart abgesenkt wird, dass eine jeweils in einer horizontalen Höhenebene liegende Isotherme eine auf dem Umfang (20) gleichmäßige Strangschale (15) erzeugt
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die in vertikal übereinander und parallel vorausgesetzten horizontalen Höhenlinien (18) auf der Innenform (2c) der Breitseiten-Kupferplatte (2) jeweils auf dem vollen Umfang (20) der Innenform (2b) verlaufenden Isothermen durch partielle Änderung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [W/m<sup>2</sup> • K] funktional jeweils vom Beginn des Tauchausguss-Einflusses bis zur Mitte (1b) des Tauchausgusses (1) erzeugt wird und dass gleichzeitig diese Isotherme durch eine partielle Wasserbedeckung (17) über unterschiedlich beabstandete Kühlkanäle (3; 4) unterstützt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,  
**dass** die Isotherme durch Reduzieren der Wasser-

- menge und / oder der Wassergeschwindigkeit (16) in den Kupferplatten (2a) der Stranggießkokille (2) gegenüber dem Tauchausguss (1) erzeugt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Isotherme durch eine abschnittsweise veränderte Dicke (2d) der Kupferplatten (2a) und / oder einer aufgebrachten Nickel- oder Chromschicht erzeugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** alternativ oder zusätzlich die Isotherme durch eine Trichteraufweitung (21) einer mit dem Trichter (6) versehenen Dünnbrammen- oder Dickbrammen-Stranggießkokille (2) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) erzeugt oder unterstützt wird.
- 10 6. Einrichtung zum Stranggießen von flüssigen Metallen, insbesondere von Stahlwerkstoffen, mit einer Stranggießkokille (2) und einem unter einen konstanten Gießspiegel (5) eingestellten Tauchausguss (1), der ggfs. bis zu einem Trichterende (6a) zwischen den Breitseiten-Kupferplatten (2a) reicht und im wesentlichen mit seiner Außenform (1 a) der Innenform (2c) der Kupferplatten (2a) angenähert ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** in den Breitseiten-Kupferplatten (2a) auf die Länge des Einflussbereichs des Tauchausgusses (1) die Kühlwasserkanäle (3) oder Kühlwasserbohrungen (4) auf eine derart abgesenkte Kühlwassergeschwindigkeit mittels veränderbaren Strömungs-kanalquerschnitten (F) und / oder auf eine partielle Wasserbedeckung ausgelegt sind, dass die Wärmeübergangszahl  $\alpha$  [ W / m<sup>2</sup> • K ] im Bereich des Tauchausguss-Schattens kleiner als im Bereich außerhalb des Schattens ist.
- 15 20 25 30 35 40 45 50 55
7. Einrichtung nach Anspruch 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kühlwasserkanäle (3) oder die Kühlwas-serbohrungen (4) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) mittels Einlegestücken (23; 24) oder konischen Stangen (22) im Strömungsquerschnitt reduziert sind.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Einlegestücke (23) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) niedrig und gestuft ausgeführt sind.
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kühlwasserkanäle (3) oder die Kühlwas-serbohrungen (4) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) im Sinn einer partiell verminderten Wasserbedeckung ausgeführt sind.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Dicke (2d) der Breitseiten-Kupferplatten (2a) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) partiell vergrößert ausgeführt ist.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Breitseiten-Kupferplatten (2a) auf der Heißseite mit einer Nickel- oder Chromschicht versehen ist.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Breitseiten-Kupferplatten (2a) im Einflussbereich des Tauchausgusses (1) bei gegebenem Trichter (6) mit einer Aufweitung (25) des Trichters (6) versehen sind.



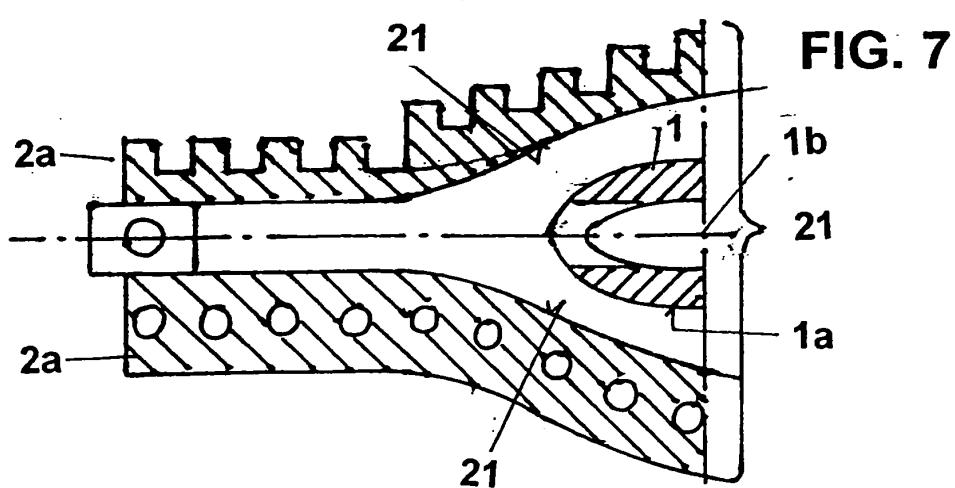
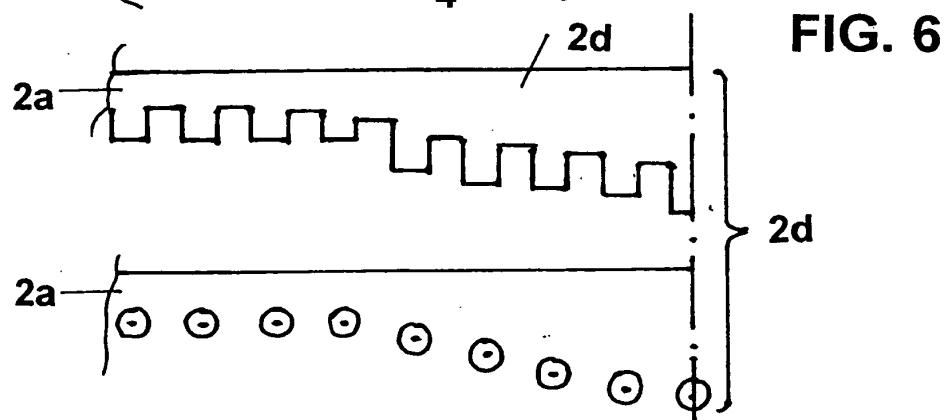
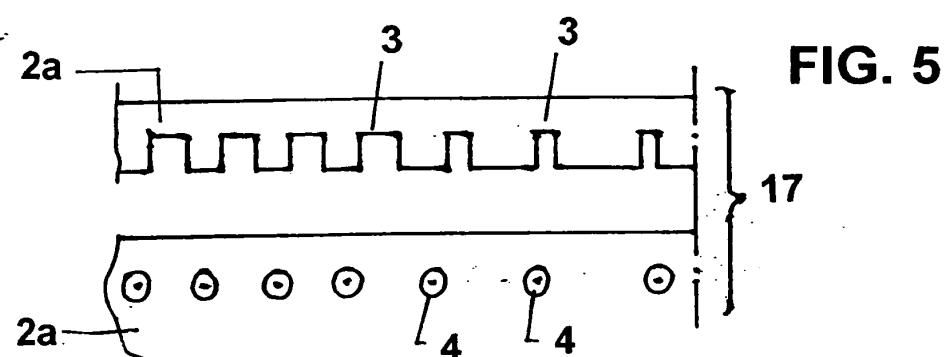
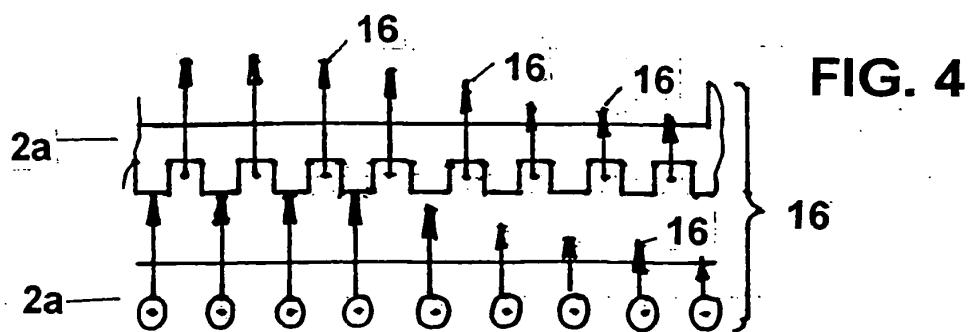


FIG. 8

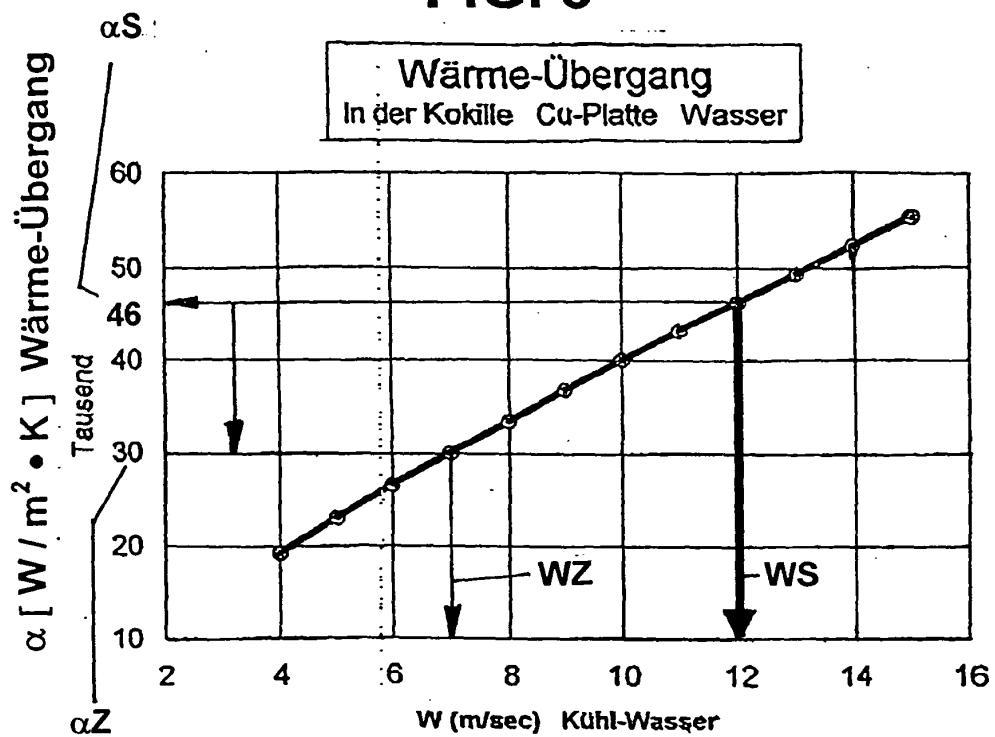
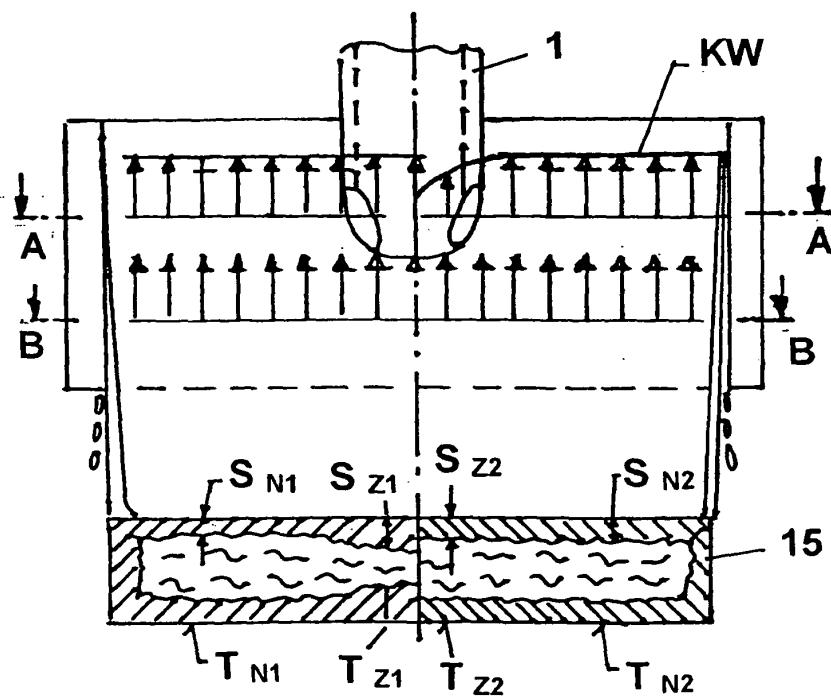
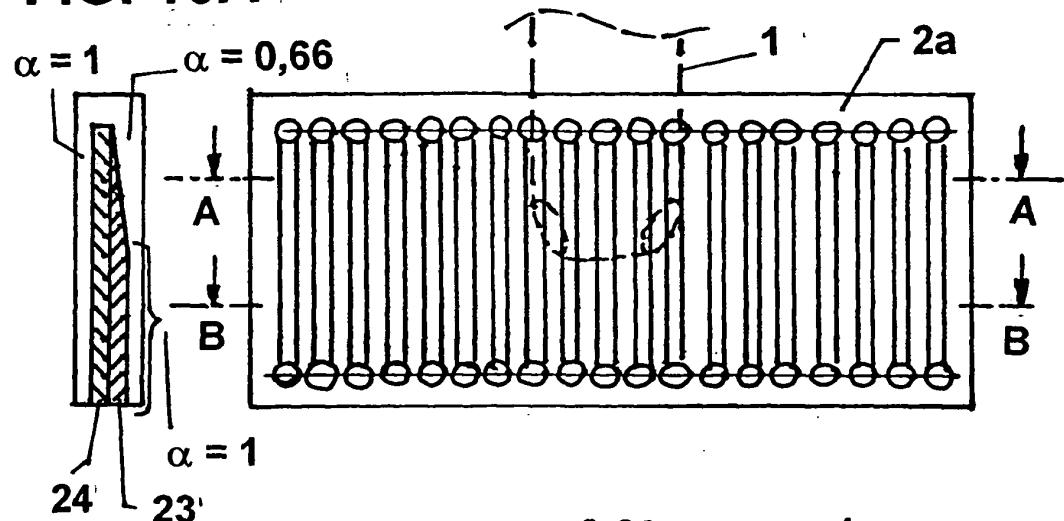


FIG. 9

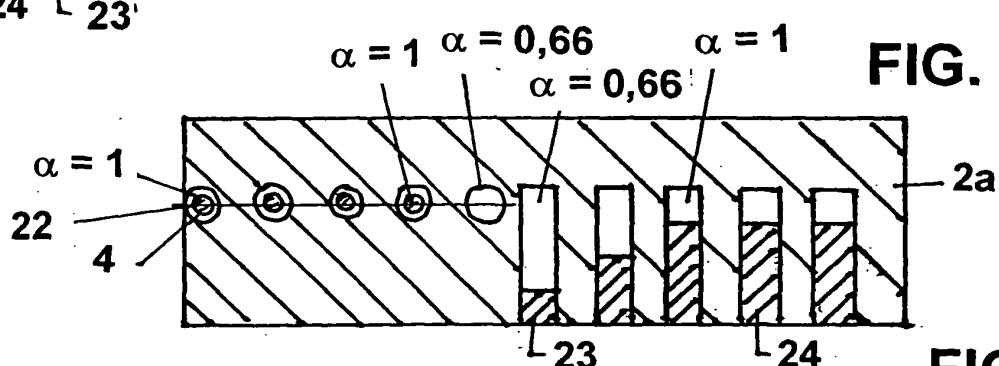


**FIG. 10**

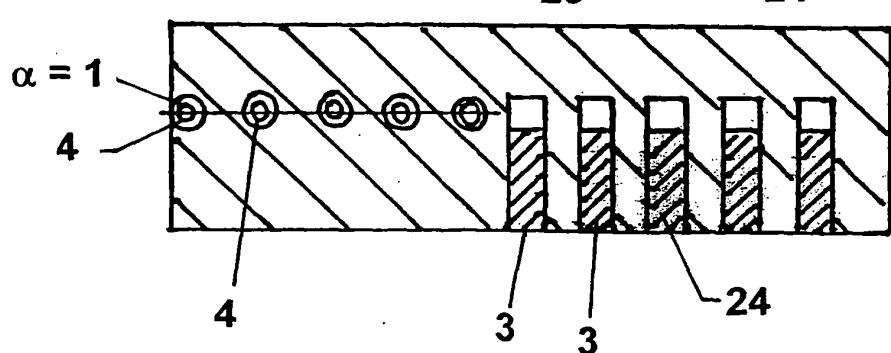
**FIG. 10A**



**FIG. 11**



**FIG. 12**





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 04 00 2082

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 197 02 558 A (EL GAMMAL TAREK PROF DR ING) 30. Juli 1998 (1998-07-30) * Spalte 1 - Spalte 2; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1-4 *	1	B22D11/04
X	* Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 39 *	5,12	
X	*, Satz 40 - Satz 55 *	4,10,11	
	---		
X	EP 0 931 609 A (KM EUROPA METAL AG) 28. Juli 1999 (1999-07-28)	1	
X	* Absatz [0001] - Absatz [0011]; Anspruch 1 *	1	
X	* Ansprüche 7,8 *	4,10	
X	* Ansprüche 9-12 *	3,7-9	
	---		
X	US 5 927 378 A (GROVE JOHN A ET AL) 27. Juli 1999 (1999-07-27) * Spalte 2; Ansprüche 1-15; Abbildung 2 *	1,3,7-9	
	---		
X	WO 97/04900 A (MANNESMANN AG ;PLESCHIUTSCHNIGG FRITZ PETER (DE)) 13. Februar 1997 (1997-02-13) * Seite 2, Absatz 4; Ansprüche 1-7; Abbildung 1 *	1,3,7-9	
	---		
X	EP 0 972 590 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 19. Januar 2000 (2000-01-19) * Absatz [0003] - Absatz [0007]; Ansprüche 1-4 *	1,4,10,11	
	---		
X	EP 0 865 849 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 23. September 1998 (1998-09-23) * Spalte 1, Zeile 55 - Spalte 2, Zeile 8; Ansprüche 1-15; Abbildungen 1-4 *	1,5,12	
	---		
X	WO 94/26442 A (MORANDO MARIO ;ARVEDI GIOVANNI (IT); GOSIO GIOVANNI (IT); MANINI L) 24. November 1994 (1994-11-24) * Seite 2, Zeile 22 - Zeile 30 *	1	
	---		
	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	19. Mai 2004	Lombois, T	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
A : technologischer Hintergrund	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument		
O : nichtschriftliche Offenbarung	L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument		
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		



Europäisches  
Patentamt

**EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT**

Nummer der Anmeldung  
EP 04 00 2082

<b>EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE</b>			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	RU 2 055 681 C (INST NOVOJ METALL T) 10. März 1996 (1996-03-10) * Zusammenfassung * --- 	1-12	
A	CHEN JIE ET AL: "Design of funnel-shaped part of thin slab caster mould" KANG T'IEH;KANG T'IEH/IRON AND STEEL (PEKING) JAN 1993, Bd. 28, Nr. 1, Januar 1993 (1993-01), Seiten 22-25, XP002280956 * Seite 22 - Seite 25 * -----	1-12	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int.Cl.7)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche		Prüfer
MÜNCHEN	19. Mai 2004		Lombois, T
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldeatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 2082

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19702558	A	30-07-1998	DE	19702558 A1		30-07-1998
EP 0931609	A	28-07-1999	DE	19802809 A1	29-07-1999	
			AU	756323 B2	09-01-2003	
			AU	1322099 A	19-08-1999	
			BR	9900188 A	04-01-2000	
			CA	2258451 A1	27-07-1999	
			CN	1227778 A	08-09-1999	
			EP	0931609 A1	28-07-1999	
			JP	11267794 A	05-10-1999	
			PL	331035 A1	02-08-1999	
			TW	448081 B	01-08-2001	
			ZA	9900141 A	09-07-1999	
US 5927378	A	27-07-1999	AT	904098 A	15-04-2004	
			AU	6573798 A	12-10-1998	
			BR	9808394 A	28-08-2001	
			CA	2284190 A1	24-09-1998	
			CN	1251062 T	19-04-2000	
			DE	19882215 T0	25-05-2000	
			GB	2337715 A ,B	01-12-1999	
			JP	2001516284 T	25-09-2001	
			WO	9841342 A1	24-09-1998	
WO 9704900	A	13-02-1997	DE	19529931 C1	03-04-1997	
			AT	199846 T	15-04-2001	
			AU	6983896 A	26-02-1997	
			CN	1195307 A ,B	07-10-1998	
			WO	9704900 A1	13-02-1997	
			DE	19680629 D2	23-07-1998	
			DE	59606639 D1	26-04-2001	
			EP	0842001 A1	20-05-1998	
			ES	2155199 T3	01-05-2001	
			JP	3034957 B2	17-04-2000	
			JP	11500361 T	12-01-1999	
			RU	2142863 C1	20-12-1999	
			US	6176295 B1	23-01-2001	
EP 0972590	A	19-01-2000	DE	19831998 A1	20-01-2000	
			AT	262993 T	15-04-2004	
			DE	59908998 D1	06-05-2004	
			EP	0972590 A1	19-01-2000	
			JP	2000033461 A	02-02-2000	
			US	6474401 B1	05-11-2002	
EP 0865849	A	23-09-1998	DE	19710791 A1	24-09-1998	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 2082

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-05-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0865849	A			AT 208670 T BR 9806388 A CA 2232216 A1 DE 59802117 D1 EP 0865849 A1 ES 2167819 T3 JP 10291056 A US 5941298 A ZA 9802226 A	15-11-2001 21-12-1999 17-09-1998 20-12-2001 23-09-1998 16-05-2002 04-11-1998 24-08-1999 09-10-1998
WO 9426442	A	24-11-1994	IT	1265065 B1 AT 158732 T AU 675324 B2 AU 6807494 A BG 61904 B1 BG 100099 A BR 9406300 A CA 2162281 A1 CN 1123528 A DE 69405995 D1 DE 69405995 T2 EP 0705152 A1 ES 2108995 T3 FI 955508 A HU 73470 A2 WO 9426442 A1 JP 8510170 T NO 954623 A PL 311562 A1 TR 28417 A ZA 9403352 A ZW 6294 A1	30-10-1996 15-10-1997 30-01-1997 12-12-1994 30-09-1998 31-07-1996 26-12-1995 24-11-1994 29-05-1996 06-11-1997 07-05-1998 10-04-1996 01-01-1998 29-12-1995 28-08-1996 24-11-1994 29-10-1996 16-11-1995 19-02-1996 19-06-1996 28-03-1995 06-07-1994
RU 2055681	C	10-03-1996	RU	2055681 C1	10-03-1996